

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Emil MOČNIK

**ERGONOMSKA OCENA KMETIJSKEGA
TRAKTORJA ZA DELO V GOZDU**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Emil MOČNIK

**ERGONOMSKA OCENA KMETIJSKEGA TRAKTORJA ZA DELO V
GOZDU**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

**ERGONOMIC EVALUATION OF AGRICULTURAL TRACTOR FOR
FOREST WORK**

B. SC. THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2014

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija gozdarstva. Delo je bilo opravljeno na Katedri za gozdno tehniko in ekonomiko Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje oz. senata oddelka je 1. 6. 2012 za mentorja predlaganega diplomskega dela imenovala prof. dr. Igorja Potočnika in za somentorja asist. dr. Antona Pojeta.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega dela. Spodaj podpisani se strinjam z objavo svojega diplomskega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddal v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Emil Močnik

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dv1
- DK $GDK\ 377.44 + 302(043.2) = 163.6$
- KG ergonomska ocena/ergonomske smernice/kmetijski traktorji/primerjave/ergonomski profil
- AV MOČNIK, Emil
- SA POTOČNIK, Igor (mentor) / POJE, Anton (somentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
- LI 2014
- IN ERGONOMSKA OCENA KMETIJSKEGA TRAKTORJA ZA DELO V GOZDU
- TD Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)
- OP IX, 88 str., 46 pregl., 42 sl., 33 vir.
- IJ sl
- Jl sl/en
- AI Namen diplomskega dela je bil ugotoviti ergonomsko prilagojenost kmetijskega traktorja za delo v gozdu. Uporabljene so bile švedske ergonomske smernice za gozdarske stroje. Po njih sta bila primerjana dva različno stara traktorja znamke Zetor. Ugotovljeno je bilo, da traktorja ne izpolnujeta zahtev pri obremenitvah delavcev s tresenjem, imata neprimerno požarno zaščito, pomanjkljivo opremo za izključitev stroja ter pomanjkljive opozorilne znake v primeru nezgode izven kabine. Pri starejšem traktorju je pomanjkljiva tudi osvetljenost delovnega prostora. Ugotovljeno je bilo, da proučevana traktorja v trenutnem stanju in pri načinu uporabe nista primerna za delo v gozdu za profesionalno ali občasno delo. Z organizacijskimi ukrepi, dodatno opremo ter zamenjavo obstoječe opreme bi bilo mogoče traktorja usposobiti za varno in delavcu prijazno delo. Primerjave ergonomskih profilov obeh traktorjev pa so pokazale na povečevanje ergonomske primernosti traktorjev s tehnološkim razvojem.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Dv1

DC $FDC\ 377.44+302(043.2)=163.6$

CX ergonomic evaluation/ergonomic guidelines/agricultural tractor/comparison
/ergonomic profile

AU MOČNIK, Emil

AA POTOČNIK, Igor (supervisor) / POJE, Anton (co-supervisor)

PP SI- 1000 Ljubljana, Večna pot 83

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and
Renewable Forest Resources

PY 2013

TI ERGONOMIC EVALUATION OF AGRICULTURAL TRACTOR FOR FOREST
WORK

DT B.Sc.Thesis (Professional Study Programmes)

NO IX, 88 p., 46 tab., 42 fig., 33 ref.

LA sl

AL sl/en

AB The purpose of this thesis was to determine ergonomic adjustment of the agricultural tractor for work in the forest. By using the Swedish ergonomic guidelines for forestry machines, two Zetor tractors of different years were compared. It was established that the tractors do not meet the requirements related to exposure of workers to vibration. Moreover, both of them have inadequate fire protection and equipment for turning off the machine and also lack warning signs in case of an accident outside the cab. The older tractor falls short of the illumination of workspace. The studied tractors at their current state and the way they are used are not suitable for professional or occasional work in the forest. However, they could be adapted for safe and employee-friendly use by taking organizational measures, introducing new accessories and replacing existing equipment. The comparison of ergonomic profiles of both tractors shows that ergonomic suitability of tractors is improving owing to technological development.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK.....	VII
KAZALO PREGLEDNIC.....	IX
1 UVOD.....	1
2 PREGLED DOSEDANJIH RAZISKAV	3
2.1 CELOVITA OCENA GOZDARSKIH STROJEV	4
2.1 DOSTOPNOST KABINE – VSTOPANJE IN IZSTOPANJE	4
2.2 DRŽA MED DELOM	5
2.3 KABINA.....	6
2.5 STROJNIKOV SEDEŽ	8
2.6 VODILA	9
2.7 UPRAVLJANJE STROJA	9
2.8 INFORMACIJE	10
2.10 TRESENJE	11
2.11 URAVNAVANJE KLIME V KABINI.....	12
2.12 PLINI IN PRAŠNI DELCI	12
2.13 OSVETLJENOST	13
2.14 NAVODILA IN URJENJE.....	13
2.15 VZDRŽEVANJE	14
2.16 ZAVORE IN STROJNIKOVA VARNOST.....	14
3 NAMEN DIPLOMSKEGA DELA IN HIPOTEZE.....	15
4 METODE.....	16
4.1 RAZISKOVALNI OBJEKTI.....	16
4.2 METODE OCENJEVANJA, NAČINI MERJENJA IN UPORABLJENI PRIPOMOČKI.....	19
4.2.1 Dostopnost kabine – vstopanje in izstopanje	20
4.2.2 Drža med delom	22
4.2.3 Kabina.....	23
4.2.4 Vidljivost	23
4.2.5 Strojnikov sedež	26
4.2.6 Vodila	27
4.2.7 Upravljanje stroja	31

4.2.8	Informacije	32
4.2.9	Ropot	33
4.2.10	Tresenje	35
4.2.11	Uravnavanje klime v kabini	37
4.2.12	Plini in prašni delci	38
4.2.13	Osvetljenost	38
4.2.14	Navodila in urjenje.....	40
4.2.15	Vzdrževanje.....	41
4.2.16	Zavore in strojniki varnost.....	43
5	REZULTATI MERITEV.....	44
5.1	DOSTOPNOST KABINE – VSTOPANJE IN IZSTOPANJE	44
5.2	DRŽA MED DELOM	46
5.3	KABINA.....	48
5.4	VIDLJIVOST.....	49
5.5	STROJNIKOV SEDEŽ	52
5.6.	VODILA	55
5.7	UPRAVLJANJE STROJA	59
5.8	INFORMACIJE	61
5.9	ROPOT	63
5.10	TRESENJE	65
5.11	URAVNAVANJE KLIME V KABINI.....	66
5.12	PLINI IN PRAŠNI DELCI	67
5.13	OSVETLJENOST	69
5.14	NAVODILA IN URJENJE.....	72
5.15	VZDRŽEVANJE	73
5.16	ZAVORE IN STROJNIKOVA VARNOST.....	75
5.17	ERGONOMSKI PROFIL	77
6	RAZPRAVA	79
7	SKLEPI.....	81
8	POVZETEK.....	82
9	VIRI.....	83
	ZAHVALA.....	88

KAZALO SLIK

Slika 1: Struktura gozdne posesti po gozdnogospodarskih enotah, (Poročilo ZGS o gozdovih za leto 2011)	1
Slika 2: Kabina traktorja z B stebričkom (Moj forum.si, 2013)	7
Slika 3: Kabina traktorja brez B stebrička (Moj forum.si, 2013)	7
Slika 4: Starejši traktor, Zetor 5340	16
Slika 5: Novejši traktor, Zetor 8443	17
Slika 6: Vitel Uniforest	18
Slika 7: Sprejemnik za daljinski upravljalavec	18
Slika 8: Prikaz potrebnih meritev in podane smernice za razreda A in B	21
Slika 9: Merjenje razdalje med stopnicama (levo zg. in levo sp.) in merjenje širine vrat (desno zg. in desno sp.)	21
Slika 10: Merjenje razdalje do prve stopnice (levo zg.) do ročaja (levo sp.) ter merjenje višine vrat (desno zg. in sp.)	22
Slika 11: Notranje mere in smernice razreda A	23
Slika 12: Izdelava mreže vidnega polja	24
Slika 13: Izdelana mreža vidnega polja	25
Slika 14: Namestitev luči v traktorju	25
Slika 15: Prikaz padanja senc na mrežo vidnega polja	25
Slika 16: Meritve za izračun zornega kota	26
Slika 17: Obtežitev sedeža s 550 N	27
Slika 18: Elektronska tehničnica KERBL	28
Slika 19: Meritve oddaljenosti vodil od SRT: ročni plin (desno sp., levo zg.), ročica za hidravlični dvig (sp. levo), pedal sklopke (zg. desno)	29
Slika 20: Prikaz merjenja sile nožne zavore s pomočjo jeklene vrvi	29
Slika 21: Prikaz napeljave jeklene vrvi za merjenje sile sklopke pri novejšem traktorju s pomočjo škripca	30
Slika 22: Merjenje sile sklopke pri novejšem traktorju	30
Slika 23: Merjenje sil različnih vodil v traktorjih: vodilo za premik priključka, pripetega na tritočkovni priklop (levo zg.), vodilo za vklop premične gredi (desno zg.), ročica invertorja (levo sp.) in ročna zavora (desno sp.)	31
Slika 24: Nadzorna plošča z opozorilnimi lučkami pri novejšem traktorju	32
Slika 25: Informacije o delu z menjalnikom, vrtljivo gredjo in štirikolesnim pogonom pri starejšem traktorju	33
Slika 26: Daljinski upravljalavec in informacije o delovanju	33
Slika 27: Nameščanje naprave za merjenje ropota in tresenja pred pričetkom meritev	34
Slika 28: Namestitev naprav za merjenje ropota in tresenja v traktorju	35
Slika 29: Rampanje hlodovine med meritvami	35
Slika 30: Namestitev tipala za merjenje tresljajev pred pričetkom merjenja	36
Slika 31: Merjenje med privezovanjem tovora	37
Slika 32: Polna vožnja	37
Slika 33: Izpušni sistem pri novejšem traktorju	38
Slika 35: Merilnik osvetljenosti METREL Poly	39
Slika 34: Primer skice osvetljenosti za stroj za sečnjo in zgibno polprikolico	39
Slika 36: Merjenje osvetljenosti pred (levo in desno zg., desno sp.) in za traktorjem (levo sp.)	40
Slika 37: Navodila za uporabo za starejši traktor	41
Slika 38: Navodila za uporabo za novejši traktor	41

Slika 40: Preglednica vzdrževanja, odkrivanja napak ... za starejši traktor	42
Slika 39: Preglednica vzdrževanja, odkrivanja napak ... za novejši traktor	42
Slika 41: Skici vidnega polja starejšega in novejšega traktorja	50
Slika 42: Razporejenost vodil pri obeh traktorjih s strani.....	56
Slika 43: Razporejenost vodil pri obeh traktorjih s ptičje perspektive	56
Slika 44: Osvetljenost spredaj	70
Slika 45: Osvetljenost zadaj	70
Slika 46: Osvetljenost pod kotom 45°	70

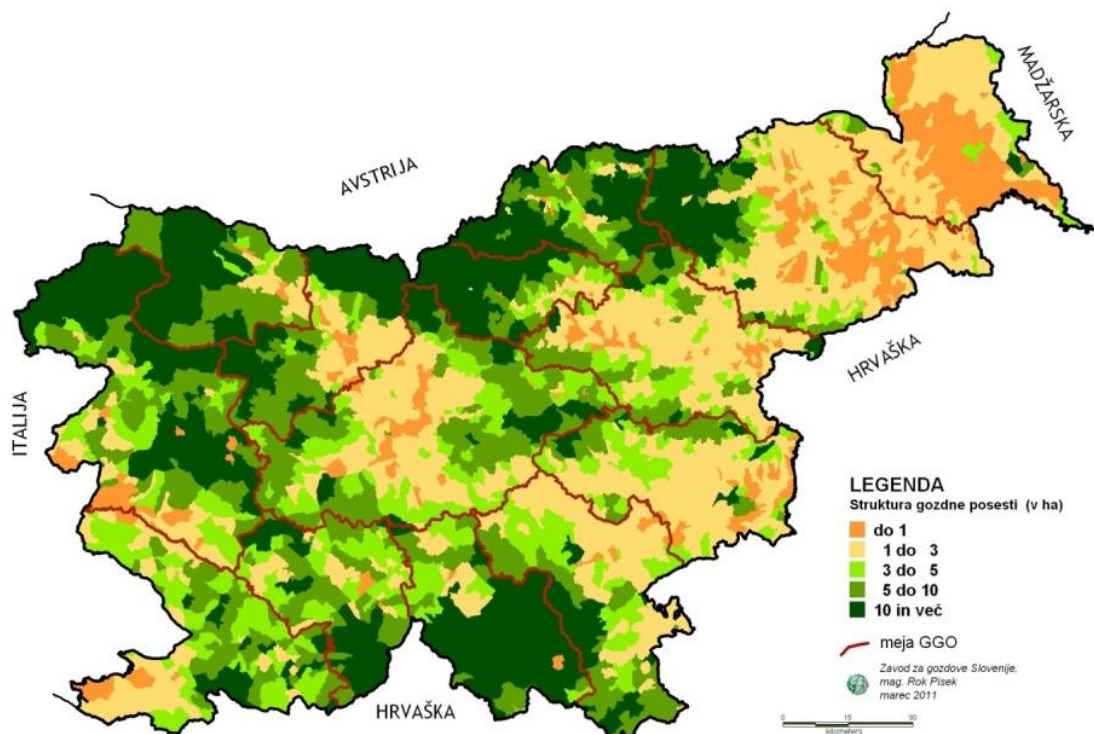
KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Obremenjenost traktorista z ropotom pri različnih traktorjih (Žunič, 2010)	11
Preglednica 2: Glavni tehnični parametri starejšega traktorja (Zetor, 1996)	16
Preglednica 3: Glavni tehnični parametri novejšega traktorja (Zetor 2008)	17
Preglednica 4: Glavni tehnični parametri vitla (Uniforest, 2014)	18
Preglednica 5: Dimenzije vstopne odprtine, stopnic in vrat	44
Preglednica 6: Ocene dostopnosti kabine (Gellerstedt in sod., 1999)	45
Preglednica 7: Ocene drže med delom (Gellerstedt in sod., 1999)	46
Preglednica 8: Smernice in rezultati meritev	48
Preglednica 9: Ocene kabine (Gellerstedt in sod., 1999)	48
Preglednica 10: Rezultati meritev zornega kota in višine drevesa pri razdalji 10 m od traktorja	49
Preglednica 11: Ocene vidljivosti (Gellerstedt in sod., 1999)	51
Preglednica 12: Rezultati meritev	52
Preglednica 13: Ocene sedeža (Gellerstedt in sod., 1999)	53
Preglednica 14: Smernice in rezultati meritev	55
Preglednica 15: Ocene vodil (Gellerstedt in sod., 1999)	57
Preglednica 16: Ocene upravljanja stroja (Gellerstedt in sod., 1999)	59
Preglednica 17: Ocena informacij v samem stroju (Gellerstedt in sod., 1999)	61
Preglednica 18: Rezultati meritev	63
Preglednica 19: Ocena ropota (Gellerstedt in sod., 1999)	63
Preglednica 20: Rezultati meritev	65
Preglednica 21: Ocena ropota, (Gellerstedt in sod., 1999)	65
Preglednica 22: Ocena uravnavanja klime v kabini (Gellerstedt in sod., 1999)	66
Preglednica 23: Ocena plinov in prašnih delcev (Gellerstedt in sod., 1999)	67
Preglednica 24: Rezultati meritev osvetljenosti	69
Preglednica 25: Ocene osvetljenosti (Gellerstedt in sod., 1999)	71
Preglednica 26: Ocena navodil in urjenja (Gellerstedt in sod., 1999)	72
Preglednica 27: Ocene vzdrževanja (Gellerstedt in sod., 1999)	73
Preglednica 28: Ocena zavor in strojnikove varnosti (Gellerstedt in sod., 1999)	75
Preglednica 29: Ergonomski profil starejšega traktorja	77
Preglednica 30: Ergonomski profil novejšega traktorja	78

1 UVOD

Slovenija je po gozdnatosti tretja v Evropski uniji, za Švedsko in Finsko, saj naši gozdovi pokrivajo 58,5 % prostora, kar znaša 1.185.169 hektarjev. Po podatkih iz projekta MKGP Raba zemljišč (2011) pa je odstotek gozdnatosti še višji in naj bi znašal 59,75 % površine oz. 1.211.410. hektarjev gozdov (Poročilo ZGS o gozdovih za leto 2011, 2013).

Ne glede na to, kateri odstotek je pravilen, pa je zanj značilno, da je kar tri četrtine teh gozdov v zasebni lasti, kar znaša 884.877 ha gozdov oz. 74,7 % vseh gozdov. Ostalih 25,3 % pa je v lasti države ali občin. Ta posest je zelo razdrobljena, saj povprečna posest obsega le 2,5 ha in še ta je razdeljena na več ločenih parcel. Tako imamo v Sloveniji 313.000 gozdnih posestnikov, če upoštevamo še solastnike, pa jih je kar 461.000. Število še vedno narašča, kar je predvsem posledica nadaljnje delitve posesti (Poročilo ZGS o gozdovih za leto 2011, 2013).



Slika 1: Struktura gozdne posesti po gozdnogospodarskih enotah (Poročilo ZGS o gozdovih za leto 2011)

Za Slovenijo je ugotovljeno, da je od gozdnih posestnikov 60 % kmetov, 40 % pa nekmetov (Winkler, 1988). Opremljenost kmetov s traktorji je dobra, vendar je pomanjkljiva njihova opremljenost za delo v gozdu (Marenče, 1997). Povprečna starost traktorjev je 13 let, kar pomeni, da so kljub pretečeni amortizacijski dobi še vedno v uporabi (Gerečnik, 2000). Skoraj 80 % kmetov opravlja spravilo lesa z lastnimi stroji, od katerih jih je 34 % neustreznih, 61 % jih ima serijsko kabino ter le 3 % gozdarsko nadgradnjo (Medved, 1991).

Zaradi slabe in neustrezne opremljenosti traktorjev za delo v gozdu, večje pogostosti nezgod pri neprofesionalnem gozdnem delu in dejstvu, da se velik delež spravila lesa v zasebnem sektorju opravi s prilagojenimi kmetijskimi traktorji, smo z diplomskim delom želeli ugotoviti, kakšna je njihova ergonomska sprejemljivost za delo v gozdu.

2 PREGLED DOSEDANJIH RAZISKAV

Dobro počutje in primerno delovno mesto ne pomenita le manj bolezni in poškodb, pač pa tudi večjo delovno učinkovitost in daljšo delovno sposobnost delavca. Tega se zaveda tudi država, ki področje ergonomije ter zdravja in varnosti pri delu ureja z zakonskimi in podzakonskimi akti.

Krovni zakon, ki se neposredno dotika področja ergonomije, je Zakon o varnosti in zdravju pri delu (2011). Le-ta ureja pravice in dolžnosti delavcev in delodajalcev v zvezi z varnim in zdravim delom. Med temeljne zahteve spada tudi načelo, da se mora delo prilagajati posamezniku z ustreznim oblikovanjem delovnega mesta in delovnega okolja, delovnih prostorov, delovnih in tehnoloških postopkov, izbiri delovne in osebne varovalne opreme ter delovnih in proizvodnih metod, še zlasti pa tako, da odpravlja monotono delo ter pogoje z vsiljenim ritmom dela in ostale zdravju škodljive okoliščine (humanizacija dela).

Zakon o gozdovih v 19. členu določa, da lahko lastnik dela v svojem gozdu opravlja sam ob pomoči njegovih zakonitih dedičev, zakonskih partnerjev in drugih oseb v obliki med sosedske pomoči (1993). Kar pomeni, da opravljajo dela sami s svojimi lastnimi sredstvi in stroji. Ne opisuje pa ničesar glede ergonomije, starosti in ustreznosti teh strojev.

Nasprotno pa Pravilnik o minimalnih pogojih, ki jih morajo izpolnjevati izvajalci del v gozdovih (1994), v 2. členu pravi, da morajo izvajalci del uporabljati tehnično opremo, ki zagotavlja varno delo. Za opremo morajo prvič, preden začnejo z izvajanjem del, priložiti dokazila, ki urejajo varnost in zdravje pri delu za delovno opremo in osebno varovalno opremo (1994).

V Pravilniku o varnosti strojev (2008, priloga 1) je zapisano, da morajo biti v predvidenih razmerah uporabe neudobje, utrujenost ter fizična in psihološka obremenitev upravljavca zmanjšani na minimum z upoštevanjem ergonomskih načel, kot so:

- upoštevanje razlik med delavci glede telesnih mer, moči in vzdržljivosti,
- zagotavljanje zadostnega prostora za gibanje telesnih delov upravljavca,
- izogibanje delovnemu tempu, ki ga narekuje stroj,
- izogibanje nadzoru, ki zahteva dolgotrajno zbranost,

- prilagajanje vmesnika med človekom in strojem predvidljivim lastnostim upravljalcev.

2.1 CELOVITA OCENA GOZDARSKIH STROJEV

V Sloveniji so celovito ergonomsko oceno kmetijskega traktorja za delo v gozdu izdelali Lipoglavšek in Koren za traktor IMT 560 (1982), Černe za traktor Zetor 6340 (1996) in Avsenik za traktor Massey Ferguson 375 - 4 WD (1999). Vsi so oceno traktorja izdelali na podlagi anketnih vprašalnih pol Rehschuh & Tzschockel (1977). Po teh polah naj bi bil traktor primeren za delo v gozdu, če ima 70 % pozitivnih oz. ugodnih odgovorov na zastavljenih 87 vprašanj v 11 ocenjevanih poglavjih.

Rezultati raziskav so pokazali, da je traktor Zetor 6340 bolj prilagojen za delo v gozdu kot IMT 560, saj je z 80 % pozitivnih odgovorov močno presegel IMT z 58 %. Najbolj se pozna napredek pri vstopu in izstopu, vidljivosti, škodljivih vplivih, varnosti ter negi in popravilu (Černe, 1996). Ergonomska raziskava traktorja Massey Ferguson 375 - 4 WD je s 86 % pozitivnimi odgovori pokazala, da ergonomija s časom napreduje (Avsenik, 1999).

2.1 DOSTOPNOST KABINE – VSTOPANJE IN IZSTOPANJE

Slabo narejen in neprimeren dostop v kabino je škodljiv za hrbtenico, skakanje s stroja po večurnem delu sede je lahko še posebej nevarno (Donati, 2002). Dober dostop do kabine lahko prepreči zdrse in padce pri vzpenjanju in spuščanju s kabine. Dostopni sistem mora vozniku omogočati, da se pri vstopu in izstopu z rokami in nogami vedno dotika stroja na treh točkah. Dostop mora tvoriti neprekinjeno pot, ne pa odskočnih desk, 90° zasukom telesa se je treba izogibati (A handbook ..., 2009). Večina poškodb se zgodi pri spustu s samega stroja, ne pa pri samem delu s strojem. Strojniki se s stroja spuščajo predvsem na dva načina, prva tehnika je »z obrazom proti kabini«, druga pa »s hrbtom proti kabini« (Patenaude in sod., 2001). Meritve so pokazale, da je pri drugi tehniki pritisk na hrbtenico pri sestopu precej večji kot pri prvi tehniki. To tehniko naj bi uporabljalo kar 72 % voznikov (Cohen, 1985). Večina teh voznikov pa vključi pri tej tehniki še skok z najvišje stopnice, kar še poveča možnost poškodbe, medtem ko je pri prvi tehniki voznik vedno v stiku s strojem v treh točkah, največkrat za spust uporabi vse stopnice in tako močno zmanjša možnost izgube ravnotežja in posledično padca (Patenaude in sod., 2001). Pri

tehniki z obrazom proti kabini je pritisk na telo 2x manjši kot pri tehniki s hrbtom proti kabini (Fathallah in Cotman, 2000), kar pa je leto kasneje v svoji študiji potrdil tudi Patenaude in sod. (2001), ko je nameril pritisk pri prvi tehniki 1,36-kratnik, pri drugi tehniki pa 2,16-kratnik lastne mase voznika.

2.2 DRŽA MED DELOM

Človek najlažje reagira na vibracije, če je v najboljši možni drži (Donati, 2002). Bolezni kosti in gibal so v gozdarstvu na drugem mestu, takoj za naglušnostjo (Lipoglavšek, 1998), katere pa poleg vibracij povzroča nepravilna drža (Donati, 2002). Dobra drža je rahlo upognjena, ker omogoča manjše obremenitve hrbtenice in manjšo napetost mišic kot ravna drža. Sklepi naj bi bili med delom sede v nevtralnem položaju, kar pomeni pod udobnim kotom, ne povsem iztegnjeni (Sandover, 1998). Največ k udobni drži pripomore dober sedež, ki s svojim vzmetenjem in nagibanjem zmanjšuje bolečine v vratu, križu in ramenih, podpirati mora naravni položaj hrbtenice (A handbook ..., 2009).

Donati (2002) navaja dva pristopa, kako izboljšati držo operaterjev:

1. z izboljšanjem vidljivosti in premestitvijo vodil za upravljanje stroja zmanjšati potrebo po neugodnih položajih telesa,
2. boljšo držo zagotoviti z namestitvijo ustreznega sedeža, ki ima pravi profil in nastavitve, ki so kompatibilne z voznikovimi merami, notranjimi merami kabine, voznikovimi nalogami in dinamiko okolja.

2.3 KABINA

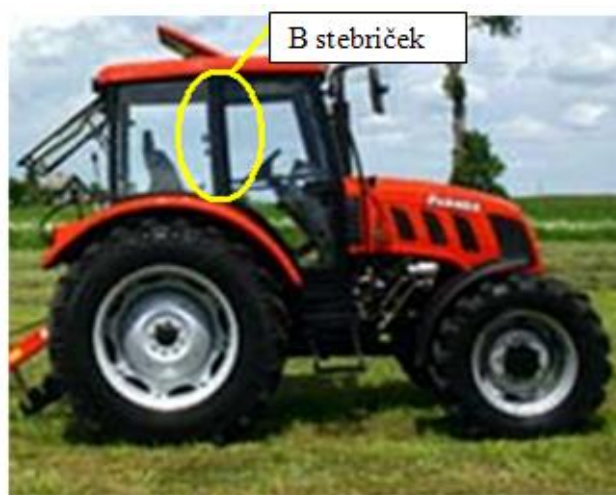
Kabina mora biti oblikovana tako, da ima operater noge trdno na tleh, pa če pedali so ali niso nameščeni. Kabina mora biti tako visoka, da voznik z glavo ne zadane obnjo. Položaj sedeža v kabini mora biti tak, da traktorist z lahkoto doseže vodila. Pod volanom mora biti dovolj prostora za voznikove noge, da s koleno ne zadane ob volan ali armaturno ploščo (Donati, 2002). Kabine modernih traktorjev imajo veliko skupnih značilnosti in so izdelane na visoki ravni ergonomske prilagojenosti (Ružić, 2011).

Velikost in oblikovanost kabine odločujoče vplivata na učinkovitost strojnikovega dela. Premajhna ali slabo oblikovana kabina sili strojnika k delu v enem samem togem položaju, kar pa je utrujajoče in tudi zdravju škodljivo. Višino kabine določa prostor nad glavo strojnika, ki prepreči udarjanje strojnika z glavo v strop, dolžino pa prostor, ki je potreben, da strojnik iztegne noge. Pri tem je potrebno tudi nekaj kompromisa, saj dolžina kabine močno vpliva na samo okretnost stroja. Širino določa prostor za namestitev opor za roke, vodil itd. (Gellerstedt in sod., 1999).

2.4 VIDLJIVOST

Vidljivost je vedno na prvem mestu. Za vidljivost, ki je nujno potrebna za varno delovanje stroja, bo traktorist tvegati zdravje in počutje (npr. škodljivo držo telesa). Vidljivost mora biti dobra v vse smeri, naprej in nazaj, bočno ter gor in dol (Donati, 2002), kar je treba upoštevati pri dizajniranju kabine. Vendar pa je vidljivost velikokrat ovirana zaradi različnih ovir, kot so pokrov motorja, izpušni sistem, različni zaslони v kabini, debeli stebrički kabine, priključki, varovalna kletka in varovalne mreže itn. (Schulz, 1997). Široka prostorna kabina pa strojniku tudi onemogoča dober pogled na tla (Gellerstedt in sod., 1999). Delovni procesi morajo teči brez da voznik dela čudne poze, premike in drže. Če to ni mogoče, je treba vgraditi premične sedeže ali kabine, ki so v pomoč vozniku (Donati, 2002). Delno vrtljiv sedež (15–20°) omogoča vozniku, da se izogne neprijetnemu zvijanju trebuha, vratu ali celega telesa in pomaga tudi pri vstopu in izstopu iz kabine (Bottoms in Barber, 1978). Dobra vidljivost ima velik vpliv, in sicer na delovno učinkovitost, kvaliteto dela, voznikovo udobje in varnost (Schulz, 1997).

Dolenšek in Paar sta leta 2006 objavila rezultate in ugotovitve obsežne raziskave, kjer sta primerjala pet različnih kmetijskih traktorjev, in sicer: Fendt 412 Vario, John Deere 6420 Premium, Massey Ferguson 6460 Dyna – 6, Steyr 4115 Profi in Valtra M120-4. Ugotovila sta, da je Steyr najbolj pregleden, saj nima B stebrička (bočni nosilni stebriček kabine, Slika 2 in 3) in ima široka vrata, pri ostalih pa stebriček močno zmanjšuje bočno vidljivost (Dolenšek in Paar, 2006).



Slika 2: Kabina traktorja z B stebričkom (Moj forum.si, 2013)



Slika 3: Kabina traktorja brez B stebrička (Moj forum.si, 2013)

2.5 STROJNIKOV SEDEŽ

Ocena za sedež naj bi vsebovala objektivne in subjektivne presoje. Predlagane objektivne presoje so: porazdelitev pritiska po sedežu, podpora telesu, vibracije med vožnjo, drža telesa in blaženje uporabljenih gradiv. Subjektivna ocena pa naj bi temeljila na oceni opreme sedeža, izdelavi in pregledu grafikona nelagodja, rangiranju frekvenc in trajanju posamezne delovne drže (Mehta in Tewari, 2000). Sedež mora imeti veliko in horizontalno osnovo z rahlim naklonom nazaj. Dolžina samega sedeža mora biti krajša od dolžine stegna povprečnega človeka, da se lahko noga neovirano giblje. Naslonjalo s primerno ledveno podporo mora biti nastavljivo nazaj in naprej za podporo spodnjim vretencem. Zaželeno je, da se sedež vrti v vsako smer 20° za lažji vstop in izstop. Možnost nastavitve višine in položaja (naprej – nazaj) mora omogočati ugoden položaj za delo različnim strojnikom. Oblazinjenje mora omogočati potenje in s tem hlajenje traktorista (Monarca, 2011). Kljub zato narejenim oporam in konzolam so neudobje in neudobni položaji največji za roko in rame (Deisinger, 2001).

Kar 90 % traktoristov je v svojem življenju občutilo bolečine v predelu vratu in ramenskega obroča, v predelu križa pa 85 % traktoristov. Sedeži v traktorjih so zelo slabo nastavljeni glede na optimalne nastavitve in mere voznika. Večina traktoristov meni, da je udobno sedenje dobro. Raziskava iz leta 1997 je pokazala, da imajo manjše nastavitve naslonjala sedeža majhen učinek na operaterjevo zdravje, saj se bolečine ne zmanjšajo. Pozitiven vpliv pa so občutili tisti operaterji, ki so imeli težave z vratom in rameni. Boljši učinki so opazni tudi, ko se prilagoditve kombinirajo z dodatno ledveno podporo, ki naj bi omilila bolečine v predelu križa, vendar nekaterim ledvena podpora predstavlja le še dodatno nelagodje. Smatra se, da je bilo to predvsem zato, ker so uporabljali le en model podpore, ki pa ni ustrezal vsem profilom sedeža in voznikom. Priporočljivo je, da se nastavitve sedeža redno kontrolira in ponastavlja, predvsem, ko se zamenja izmena in traktor prevzame drug traktorist (Perkiö-Mäkelä in Riihimäki, 1997).

2.6 VODILA

Vrsta, oblika in namestitev vodil močno vplivajo na natančnost in hitrost dela ter na obremenitve dlani, rok, ramen in vratu (Gellerstedt in sod., 1999). Z ergonomsko oblikovanimi vodili je mogoče izboljšati varnost in udobje traktorista. Vodila morajo biti nameščena tako, da ne zadevajo drugo ob drugo ali kamorkoli drugam (A handbook ..., 2009). Nekatera vodila in njihova namestitev ovirajo gibanje telesa, zato je treba upoštevati človeški dejavnik pri oblikovanju nadzorne plošče (Drakopoulos in Mann, 2007). Pri razporeditvi vodil se mora upoštevati antropometrični delovni radij (doseg rok in nog). Za primerno upravljanje z njimi je pomembna dobra vidljivost in enostavno prepoznavanje oznak vodil (Monarca, 2011). Za vodilo, ki se neprestano uporablja, mora biti strojnikova roka podprta s primernim naslonjalom, ki preprečuje prevelike obremenitve ramen. Tista vodila, ki pa se ne uporabljajo tako pogosto, so lahko nameščena tako, da se je traktorist primoran iztegovati, da jih doseže in tako malo spreminja svojo držo (Gellerstedt in sod., 1999), ne sme pa obremenjevati hrbta in se posluževati neprimerne drže (A handbook ..., 2009). Pomembno pa je, da traktoristi ne spreminjajo svojega pogleda pri samem delu z vodili, saj tako lahko spregledajo pomembne dogodke zunaj ali v kabini. Izbira med vodili ni vedno lahka. Raziskava leta 2007 je pokazala, da se samo 75 % vseh vodil v traktorju nahaja v optimalnem delovnem prostoru, in sicer zaradi omejenega prostora v sami kabini (Drakopoulos in Mann, 2007). Zato je izbira in namestitev pravih vodil za proizvajalce velik izziv.

2.7 UPRAVLJANJE STROJA

Za optimalno vodenje morajo biti funkcije enostavne in logične, stroj pa se mora vedno odzvati na enak način. Sodobni stroji so že precej avtomatizirani, kar je lahko prednost, saj strojniku odvzame monotone, zapletene in istočasno delujoče funkcije. Težava pa so okoljske razmere, saj se razmere v deloviščih spreminjajo od delovišča do delovišča, kjer mora biti strojnik pogosteje pozoren, da avtomatika deluje pravilno, popravlja delovanje samega stroja, česar avtomatika ne zmore, in če tega ne stori, lahko pride do težav. Strojnik lahko preveč zaupa tehnologiji in ne posreduje, ko je to potrebno (Gellerstedt in sod., 1999).

2.8 INFORMACIJE

Strojniki dela na podlagi informacij, ki jih dobi od zunaj in od znotraj kabine. Strojnik, ki ne vidi dobro, je pod vplivom tresenja, ropota, če je pod kakršnim koli stresom, težko sprejema informacije in ima zato težave pri odločanju. Zatorej mora imeti strojniki na voljo za pravilno odločanje in delo potrebne informacije, kjer bo sam izbral tiste, ki jih potrebuje, ostale pa odmisli (Gellerstedt in sod., 1999).

Če so vodila označena pravilno, se močno zmanjša napačna in zmotna uporaba vodil, zato morajo biti informacije glede namembnosti vodil jasne in enostavne. Najboljše in najpogostejše so oznake in simboli, ki morajo biti nameščeni nad samim vodilom, tako da jih roka pri upravljanju ne zakrije. Vidni morajo biti preden traktorist z roko doseže vodilo (Drakopoulos in Mann, 2007).

2.9 ROPOT

Ropot je del zvočnega okolja, ki je neugoden in prihaja od delovnih sredstev ali predmetov dela (Potočnik, 2009). Ropot, ki ga povzročajo traktorji, je tolikšen, da prihaja do zdravju škodljivih obremenitev delavca z ropotom (Potočnik, 2009), stalna izpostavljenost ropotu pa lahko vodi do permanentne izgube sluha (A handbook ..., 2009). Poškodbe sluha so poleg poškodb mišic in skeleta in psihičnih motenj ene najpogostejših in najmočnejših poklicnih poškodb delavcev v gozdu. Z vse večjo uporabo mehanizacije poškodbe sluha ekstremno naraščajo v zadnjih desetletjih (Vik in Veiersted, 2005). Jakost ropota je odvisna od vrste traktorja, od njegove moči, od dušenja ropota, od števila obratov motorja med posameznimi delovnimi operacijami, tehnologije dela, delovnih razmer (Potočnik 2009), izpušnega sistema, zatesnjenosti in izoliranosti kabine, vrat in oken in od vzdrževanja samega stroja (A handbook ..., 2009).

Lipoglavšek (1981) je v svoji raziskavi primerjal obremenitve traktoristov z ropotom pri delu z adaptiranim kolesnim traktorjem IMT 558, zgibnikom TIMBERJACK in pa goseničarjem FIAT 505C. Ugotovil je, da je obremenitev v delovnem času pri vseh traktorjih presegla trajno dopustne meje. Pri IMT 558 je znašala 90,7 dB(A), pri FIAT 505C 89,1 dB(A) in pa pri zgibniku TIMBERJACK kar 97,2 dB(A). Pri posameznih

operacijah so bile obremenitve še precej višje in so dosegle tudi 100 dB(A) pri polni vožnji.

Žunič (2010) v svoji diplomski nalogi ugotavlja, da ja traktorist najbolj obremenjen z ropotom med polno in prazno vožnjo, najmanj pa med razvlačevanjem vrvi, vezanjem, privlačevanjem, odvezovanjem in v neproduktivnem času, kjer obremenitve znašajo med 73 in 81 dB(A). Dnevna obremenitev je bila 89,55 dB(A), kar pomeni, da je pri neuporabi osebne varovalne opreme (glušniki) presegla mejno vrednost 87 dB(A). Ugotovili so tudi precejšnje razlike med traktorji, ki so sicer imeli različno dolžino trajanja najbolj obremenjujočih faz, a so razlike med znamkami traktorjev vseeno kar precejšnje.

Preglednica 1: Obremenjenost traktorista z ropotom pri različnih traktorjih (Žunič, 2010)

Traktor	IMT	TIMBERJACK	MASSEY FERGUSON	LIMB LUXS	WOODY	JOHN DEERE
Leto izdelave	2004	2001	2000	2007	2002	2005
LA dB(A)	97,46	89,06	75,78	77,22	83,48	72,99

V splošnem obremenitve z ropotom naraščajo s starostjo traktorja, vrsto in tipom traktorja (Žunič, 2010).

2.10 TRESENJE

Tresljaji so mehanična nihanja, ki se po različnih delih strojev (tla, sedež, pedali, ročice, ...) prenašajo na človeka, ki stroje upravlja ali jih uporablja. Tresenje je pomemben dejavnik delovnega okolja pri delu v gozdu, ki neugodno vpliva na delavca (Potočnik, 2009).

Žunič (2010) je v svoji raziskavi ugotovil dnevno obremenjenost traktorista, ki je $1,03 \text{ m/s}^2$, katera presega opozorilno vrednost, je pa pod mejno vrednostjo $1,15 \text{ m/s}^2$. Ugotovili so tudi, da so največje horizontalne vibracije ($0,62 \text{ m/s}^2$), nato aksialne vibracije ($0,48 \text{ m/s}^2$) in najnižje vertikalne vibracije ($0,46 \text{ m/s}^2$).

Zanimiva je tudi primerjava vektorskih velikosti vibracij, ki so jih v svojih raziskavah dobili Lipoglavšek in Koren (1982) ter Žunič (2010). Lipoglavšek in Koren (1982)

navajata vektorske velikosti 4,04 in 2,65 m/s², Žunič (2010) pa le 1,19 m/s², kar kaže na veliko razliko med starejšimi in novejšimi modeli traktorjev ter na to, kako močno so se zmanjšale vibracije zaradi napredka tehnologije, ergonomske ozaveščenosti in boljše opremljenosti traktorjev.

2.11 URAVNAVANJE KLIME V KABINI

Pri uravnavanju klime v kabini največji težavi predstavljata sončno sevanje in preprih (Gellerstedt in sod., 1999). Priporočljivo je, da se izogibamo direktnemu soncu med 11. in 15. uro zaradi močnega UV sevanja (A handbook ..., 2009). Če klima v kabini preobremenjuje telo, ima škodljiv učinek na udobje ter učinkovitost in dolgoročno tudi na njegovo zdravje. Lažje je doseči ugodno klimo v večji kabini kot v manjši (Gellerstedt in sod., 1999), saj na mikroklimatske razmere v kabini močno vplivajo konstrukcijske značilnosti traktorja, ki vplivajo na toplotne procese med kabino in okoljem, te pa na operaterja (Ružić, 2011). Notranjost kabine, stopnja izoliranosti, oblikovanost sedeža, velikost in vrsta okenskih stekel ter sam sistem za uravnavanje klime so tiste lastnosti traktorja, ki najbolj vplivajo na klimo v kabini (Gellerstedt in sod., 1999). Prave klimatske razmere so ključni dejavnik pri zagotavljanju delovne uspešnosti. Ergonomija mikroklimе temelji na razmerju med temperaturo zraka, sevanjem temperature z notranjih površin, hitrosti zraka in relativne vlažnosti, ki v pravi kombinaciji zmanjšujejo nelagodje. Klima v kabini je skoraj neodvisna od delovne operacije traktorja, za razliko od hrupa ali vibracij, je pa močno odvisna od zunanjih pogojev (Ružić, 2011).

2.12 PLINI IN PRAŠNI DELCI

Razvoj traktorjev stremi k zmanjševanju vplivov na okolje in traktorista. Kabina poleg mehanske zaščite in zaščite pred zunanjimi vplivi tvori tudi nekakšno komoro, v kateri se ustvarja posebno ozračje in tako kot preprečuje vdor plinov v kabino tako tudi preprečuje izhod plinov iz nje. Če ni ustreznega prezračevanja, se tako povečuje koncentracija škodljivih snovi. Če pridejo plini dizelskega motorja v kabino, so lahko zdravju škodljivi. Glavne snovi, ki pridejo iz izpušnih plinov in ki ogrožajo zdravje, so dušikovi oksidi, ogljikovodiki, ogljikov monoksid in dimni delci. Vsebujejo pa tudi žveplove okside, ki izvirajo iz olja za mazanje. Najboljša preventiva pred vdorom emisij v kabino so dobro

izolirana kabina in vrata ter kakovostni izpušni sistem, obrnjen stran od dotoka zraka v kabino (Ružnić, 2011). Emisije strojev so določene z zmogljivostjo in stanjem motorja in pa vrsto ter kakovostjo samega goriva. Če je stroj opremljen s katalizatorjem, se mora ta ujemati z motorjem (Gellerstedt in sod., 1999).

2.13 OSVETLJENOST

Pri delu v temi mnogi strojniki nezavedno zmanjšajo učinkovitost dela. Eden od glavnih razlogov je ta, da svetila na stroju ne dajejo primerne osvetljenosti za delo. V gozdu je človeku potrebno nad 50 lux bele svetlobe, da lahko razloči barve. Neenakomerna osvetljenost povzroča glavobole in utrujenost oči. Svetila na stroju naj bi strojniku omogočala izvajanje vseh del, kot jih izvaja pri dnevni svetlobi. Svetloba in odboji te svetlobe ne smejo povzročati zaslepljenosti (Gellerstedt in sod., 1999).

Naše oči imajo tudi zgornji prag občutljivosti, če je presežen, pride do zaslepljenosti. Do nje pa pride, če:

- je svetloba tako močna, da se oko ne more več prilagoditi,
- se oko šele prilagaja spremenjeni jakosti svetlobe,
- so kontrasti v vidnem polju preveliki,
- so v vidnem polju površine, ki odbijajo svetlobo.

Najugodnejša umetna osvetlitev za delo je podobna dnevni svetlobi, kombinacija med direktno in difuzno, brez izrazitih kontrastov med 800 in 1200 lux (Potočnik, 2009). Osvetljenost je ena najpomembnejših stvari pri delu ponoči, saj omogoča dobro vidljivost in s tem večjo varnost in posledično večjo učinkovitost (A handbook ..., 2009).

2.14 NAVODILA IN URJENJE

Pomanjkanje informacij lahko povzroči nezgode, resne obremenitve, neudobje in nizko proizvodnjo. Strojnik mora imeti dovolj časa za urjenje preden upravlja stroj s polno zmogljivostjo. Če strojnik svoj stroj pozna do potankosti in z njim pravilno ravna, so popravila manj pogosta (Gellerstedt in sod., 1999). Vsak stroj je lahko nevaren, če ga upravlja oseba, ki za to ni usposobljena. Ni pomembno le pravilno in varno upravljanje s samim traktorjem, pač pa je zelo pomembno tudi pravilno nastaviti priključke. Pred prvo uporabo je treba traktorista poučiti o vseh nevarnostih in o delovanju vodil in samega

stroja. Potrebno pa je tudi nadzorovanje delavca s strani izkušenejših traktoristov, nadrejenih ali samega proizvajalca (A handbook ..., 2009).

2.15 VZDRŽEVANJE

Med vzdrževanja spadajo dela, ki jih strojnik lahko opravi sam na terenu, z orodjem, ki ga ima v stroju (Gellerstedt in sod., 1999). Veliko poškodb se zgodi zaradi preslabega vzdrževanja traktorjev in priključkov ali med samim vzdrževanjem. Vzdrževanje je treba opravljati pri ugasnjenem traktorju in zagotovilu, da se ne more zagnati sam od sebe, kar pa zagotovimo tako, da snamemo kable z akumulatorja (A handbook ..., 2009). Mesta za nastavljanje in vzdrževanje morajo biti zunaj nevarnih območij. Če to ni mogoče, se morajo zagotoviti ukrepi za varno izvajanje vzdrževanja, kot na primer: dopuščati upravljanje z nevarnimi funkcijami le s krmilnimi napravami, ki zahtevajo trajno aktiviranje; dopuščati delovanje nevarnih funkcij le ob zmanjšanem tveganju in hkrati preprečevati nevarnosti iz povezanih zaporedij; preprečevati vsako delovanje nevarnih funkcij z namernim ali nenamernim delovanjem na tipala stroja (Direktiva EU o strojih, 2006, str. 40, člen 1.2.5). Pri preizkusu traktorja po popravilu je treba zavarovati vse gibljive dele, da ne pride do kontakta z vzdrževalcem (A handbook ..., 2009).

2.16 ZAVORE IN STROJNIKOVA VARNOST

Stroj mora biti opremljen s krmilno napravo, s katero ga je mogoče varno popolnoma ustaviti (Direktiva EU, 2006). Vsi traktorji morajo biti opremljeni s primarnim sistemom za zaviranje (zavore in zavorni sistem), sekundarnim sistemom za zaviranje (avtomatski sistem, ki se aktivira pri okvarah in napakah stroja) in pa z ročno zavoro. Zavore (primarne zavore in ročna zavora) morajo biti sposobne držati stroj na mestu pri 40 % naklonu v obe smeri. Zavore se lahko aktivirajo na različne načine in z različnimi vodili, najprimernejši so pedali. Maksimalna sila za upravljanje s pedali je 600 N. Pedali in vodilo za ročno zavoro morajo biti dosegljivi s sedeža (ISO 11169).

3 NAMEN DIPLOMSKEGA DELA IN HIPOTEZE

Celovita ergonomska ocena delovnega sredstva obsega oceno izdelave samega delovnega prostora, razporeditve delovnih elementov, oceno počutja delavca, načinov in ukrepov za zmanjšanje škodljivih vplivov na delavca itd. Ergonomska sprejemljivost delovnih sredstev se s tehnološkim razvojem izboljšuje, vendar se istočasno zaostrojuje tudi kriteriji sprejemljivosti. Zaradi zaostrovanja kriterijev ni ocenjevanje sprejemljivosti nikoli dokončno. Ker se v Sloveniji največji delež spravila lesa še vedno opravi z ustrezno ali še pogosteje neustrezno prilagojenimi kmetijskimi traktorji, kar še posebej velja za delo v zasebnih gozdovih, je bil namen diplomskega dela s primerjavo dveh različno starih kmetijskih traktorjev istega proizvajalca ugotoviti njuno ergonomsko sprejemljivost za delo v gozdu ter morebitne spremembe v ergonomske sprejemljivosti zaradi različne starosti traktorjev.

Glede na namen diplomskega dela ter dosedanje raziskave in izkušnje smo postavili naslednje hipoteze:

1. Oba traktorja ustrezata ergonomskim smernicam in sta sprejemljiva za delo v gozdu.
2. Novejši traktor je ergonomsko ustrežnejši od starejšega predvsem v dostopnosti kabine (vstop in izstop), drži med delom in dušenju ropota v kabini ter dušenju tresljajev.
3. Oba traktorja imata tehnološke pomanjkljivosti za delo v gozdu.

4 METODE

4.1 RAZISKOVALNI OBJEKTI

V diplomskem delu smo, kot je že omenjeno, med seboj primerjali dva kmetijska traktorja. Traktorja sta iste znamke, glavne razlike med njima pa so leto izdelave, prostornina motorja in moč ter tip samega motorja. V teži, širini, višini, vrsti in izvedbi motorja, št. valjev in največjem št. vrtljajev pa so razlike med njima zelo majhne ali pa jih sploh ni, kar prikazujeta Preglednica 2 in 3.

Preglednica 2: Glavni tehnični parametri starejšega traktorja (Zetor, 1996)

Leto izdelave	/	1996
Teža traktorja	kg	3900
Višina traktorja	mm	2782
Širina traktorja	mm	1850
Tip motorja	/	Z 7201
Vrsta motorja	/	4-taktni, direktni vbrizg goriva, turbo diesel
Izvedba motorja	/	Ravni, navpični, hlajen z vodo
Št. valjev	/	4
Prostornina	cm ³	3595
Čista moč motorja pri nazivni hitrosti po ISO 2288	kW	46
Največje št. vrtljajev	min ⁻¹	2410



Slika 4: Starejši traktor, Zetor 5340

Preglednica 3: Glavni tehnični parametri novejšega traktorja (Zetor 2008)

Leto izdelave	/	2008
Teža traktorja	kg	3600
Višina traktorja	mm	2600
Širina traktorja	mm	1910
Tip motorja	/	1204
Vrsta motorja	/	Dizelski, štiritaktni, turbopolnjen
Izvedba motorja	/	V liniji, vertikalni, z vodnim hlajenjem
Število valjev	/	4
Prostornina	cm ³	4156
Čista moč motorja pri nazivni hitrosti po ISO 2288	kW	60
Največje št. vrtljajev	min ⁻¹	2460



Slika 5: Novejši traktor, Zetor 8443

Glavni del opreme za delo v gozdu je vitel, brez katerega je delo v gozdu skoraj nemogoče. Uporabili smo vitel Uniforest 60 H na tritočkovni priklop. Vitel je daljinsko voden z daljincem Terra FA5 – D1.

Preglednica 4: Glavni tehnični parametri vitla (Uniforest, 2014)

Leto izdelave	/	2010
Teža (brez vrvi in naprave za odvijanje vrvi)	kg	520
Vlečna sila	kN	60
Dolžina jeklene vrvi	m	50
Premer vrvi	mm	12
Upravljanje vitla	/	Daljinsko



Slika 6: Vitel Uniforest



Slika 7: Sprejemnik za daljinski upravljavec

4.2 METODE OCENJEVANJA, NAČINI MERJENJA IN UPORABLJENI PRIPOMOČKI

Za izdelavo ergonomske ocene traktorjev smo uporabili Ergonomske smernice za gozdarske stroje, ki so jih izdelali švedski gozdarski raziskovalni inštitut SkogForsk, švedski nacionalni inštitut za delo in švedska univerza kmetijskih ved leta 1999.

Eden izmed namenov izdelave teh smernic je bil, da bi bil priročnik vsesplošno sprejet in da bi proizvajalci upoštevali smernice pri izdelavi novih strojev. Dani nasveti slonijo na temeljitom znanju in izkušnjah o fizioloških, psiholoških in socialnih sposobnostih ljudi, potrebnih za uporabo in vzdrževanje terenskih delovnih strojev. Te smernice veljajo za vse terenske stroje, ki tehtajo več kot dve toni, so opremljeni z varnostno kabino in se uporabljajo v gozdarstvu. To pomeni, da sta mednje vključena tudi bager in kmetijski traktor.

Ergonomske smernice imajo to značilnost, da so elementi stroja razdeljeni v pet vnaprej opredeljenih razredov.

Razred A: zelo produktivno delo na vseh terenih in sestojih. Visoka raven aktivne in pasivne varnosti. Vzdrževalna dela enostavna in varna. Mnogih zahtev v tem razredu še nekaj let ne bo mogoče izpolniti.

Razred B: zelo produktivno delo v nekaj lažjih razmerah kot v razredu A (npr. manjši tempo, manj zahtevno delo, lažji teren, sestoj in klimatske razmere). Še vedno visoka raven aktivne in pasivne varnosti, čeprav ne istih visokih standardov kot pri razredu A.

Razred C: lažje razmere oziroma krajše trajanje kot v razredu B. Enako visoka raven aktivne in pasivne varnosti, vendar nižjih standardov kot v razredu B.

Razred D: lažje razmere oziroma krajše trajanje kot v razredu C. Enako visoka raven aktivne in pasivne varnosti, vendar nižjih standardov kot v razredu C.

Razred 0: stroj ne zadovoljuje predpisanih varnostnih zahtev oziroma ima tako resne pomanjkljivosti, da je tveganje, da bo strojnik poškodovan, veliko. Stroja ne smemo uporabljati, dokler pomanjkljivosti niso odpravljene in stroj ne izpolni zahtev enega od drugih štirih razredov (A–D) (Ergonomske smernice..., 1999).

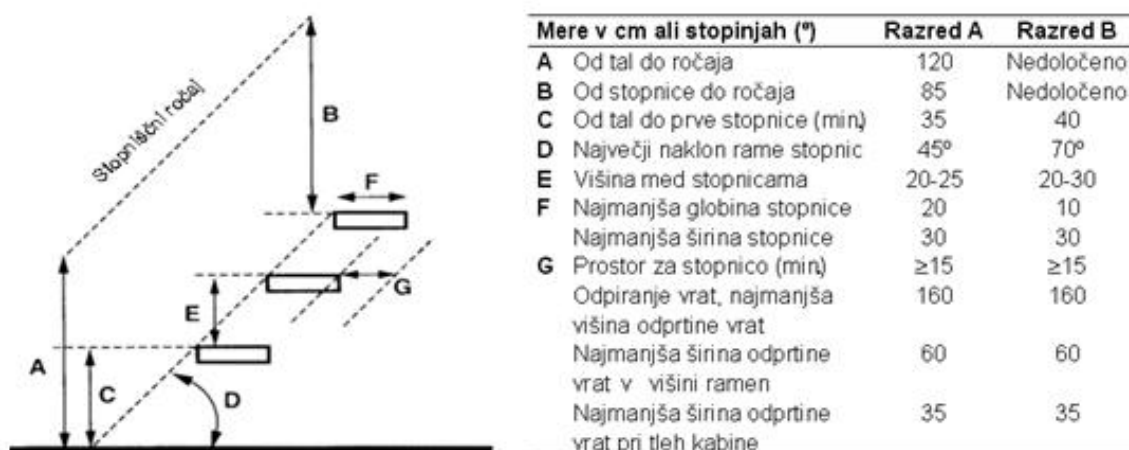
Vsaka podrobnost ocenjevanja posameznega poglavja je uvrščena v enega od teh razredov. Pri končni oceni posameznega poglavja je treba upoštevati pomembnost določene podrobnosti za končno oceno v poglavju. Smernice za posamezno poglavje so napisane na podlagi razreda A, ki je najboljši in zato opisujejo najstrožje zahteve. Smernice so sestavljene tako, da se ocenjuje šestnajst poglavij, ki so: dostopnost kabine (vstopanje in izstopanje), drža med delom, kabina, vidljivost, strojnikov sedež, vodila, upravljanje stroja, informacije, ropot, tresenje, uravnavanje klime v kabini, plini in prašni delci, osvetljenost, navodila in urjenje, vzdrževanje ter zavore in strojnikova varnost. Na podlagi ocene posameznega poglavja pa se izdelata še ergonomska profil, ki nam da pregled nad značilnostmi stroja.

V vseh naslednjih podpoglavjih smo iz Ergonomskih smernic za gozdarske stroje (1999) povzeli metode in smernice za vsakega posebej, kar velja tudi za vse skice.

4.2.1 Dostopnost kabine – vstopanje in izstopanje

Ena petina nezgod pri delu strojnikov gozdarskih strojev se zgodi pri vstopanju in izstopanju iz kabine, običajno zato, ker strojnik zgreši stopnico, pade, mu spodrsne ali ko skoči s stroja (Gellerstedt in sod., 1999). Pomembno je, da je vstop v kabino lahek, varen, z najmanj tveganja, da bi se strojnik preveč naprezal. Dostop bi moral biti naravnost s tal tudi, kadar je stroj nagnjen. Strojnik naj bi vstopal in izstopal varno v vsakem položaju kabine, tudi s telesom, obrnjenim naprej, zato mora biti stroj opremljen z varno ramo stopnic, zagotovljen naj bi bil vsaj en ročaj, ki vselej zagotavlja oporo, nobena zapreka ne sme ovirati dostopa do kabine.

Pri meritvah smo uporabili merilni trak in kotomer. Traktor je bil pri tem ugasnjen in je stal na ravnih betonskih tleh. Z merilnim trakom in kotomerom smo na 1 cm. oz. 1° natančno izmerili zahtevane parametre, ki jih prikazuje Slika 8. Zaradi morebitnih odstopanj smo stopnice in vrata merili na obeh straneh kabine (Slika 9 in 10).



Slika 8: Prikaz potrebnih meritev in podane smernice za razreda A in B



Slika 9: Merjenje razdalje med stopnicama (levo zg. in levo sp.) in merjenje širine vrat (desno zg. in desno sp.)



Slika 10: Merjenje razdalje do prve stopnice (levo zg.) do ročaja (levo sp.) ter merjenje višine vrat (desno zg. in sp.)

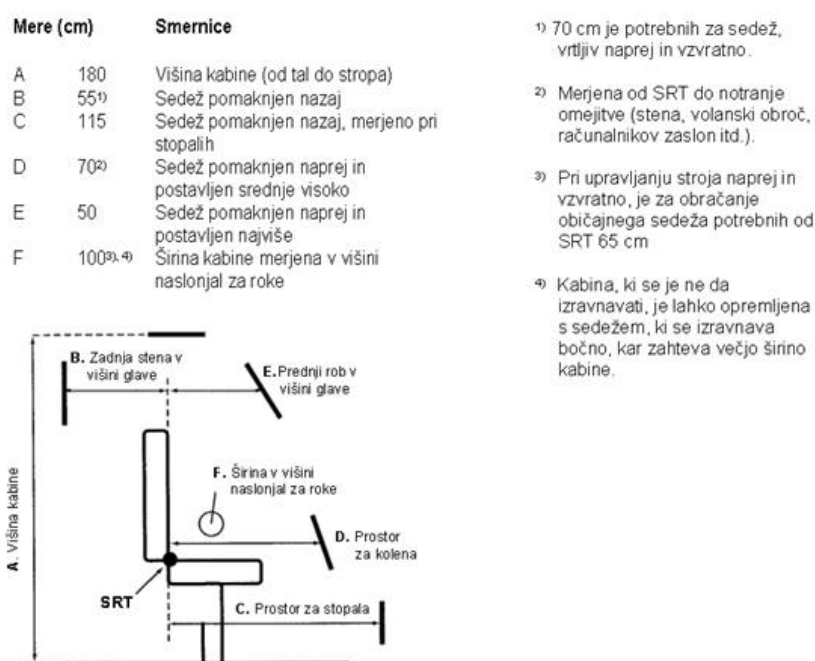
4.2.2 Drža med delom

Na skupne smernice za držo telesa in gibe strojnika v kabini vpliva oblikovanost kabine, sedeža, vodil ter vidljivost in premikanje vodil. Drža je tudi odvisna od tresenja in sunkov. Te dejavnike je treba oceniti pred oceno delovne drže. Sklepi strojnikovega telesa med delom v kabini naj bi bili v »nevtralnem« položaju, to je pod udobnimi koti in ne povsem iztegnjeni. Sklepi ne smejo biti izpostavljeni močnim nepotrebnim obremenitvam. Omogočeno naj bi bilo, da lahko strojnik po želji spreminja položaj telesa glede na osnovno držo tako, da lahko izravna trup in noge ali pokrči kolena pod sedež in s tem zmanjša statične obremenitve telesa, predvsem v ledvenem predelu. Izogibati se je treba gibom glave nazaj, predvsem če je to povezano z gibanjem vratu naprej.

Meritev v tem poglavju nismo izvajali, pač pa smo le ocenili primernost drže med delom na podlagi smernic.

4.2.3 Kabina

Strojnik naj bi bil v kabini v udobni drži, v kateri ima dobro vidljivost in primerno doseže vsa vodila. Kabina mora biti prilagojena strojnikom različnih postav. Naslonjala za roke, vodila, strojnikova kolena in stopala se ne smejo dotikati sten ali druge opreme v kabini. Vodila in ostala oprema ne smejo ovirati strojnikovega premikanja. Pomembno je, da strojnik lahko sede spreminja kot svojega telesa. V kabini mora biti tudi prostor za pribor prve pomoči. Mere kabine prikazuje Slika 11.



Slika 11: Notranje mere in smernice razreda A

Traktorja sta bila v času meritev postavljena na ravnini in v mirovanju. Vse meritve velikosti kabine smo opravili z merilnim trakom.

4.2.4 Vidljivost

Dobra vidljivost iz kabine je pomembna za strojnikovo trajno učinkovitost in obenem varuje njegovo zdravje in opremo. Slaba vidljivost poveča nevarnost nezgod, zmanjša produktivnost in prisili strojnika, da dela v neugodnih položajih. V nekaterih primerih lahko za boljšo vidljivost uporabimo ogledala ali celo video kamere, kar pa je lahko neugodno, saj se poveča možnost bleščanja sonca zaradi dodatnih odbojnih površin.

Široka, prostorna kabina strojniku onemogoča dober pogled na tla, kot tudi debeli stebrički kabine, varovalne mreže in varovalni okvir. Strojnik mora imeti prost pogled na delovno območje brez spreminjanja telesne drže. Vendar pa ni škodljivo občasno obračanje glave in trupa. Treba se je izogniti odsevom na steklih in bleščanju luči, steklene površine se morajo neovirano in enostavno čistiti.

Pri izdelavi skice vidnega polja smo na asfaltirana tla s kredo narisali mrežo vidnega polja oz. osvetljenosti v premeru 20 x 20 m. Nato smo traktorja (Slika 12 in 13) v temi postavili na sredino tega polja, v kabino pa na višino 130 cm od tal kabine namestili luč (Slika 14). Nastale robove senc, ki so padale na mrežo (Slika 15), pa smo prenesli na skico vidnega polja. Vidljivost v višino ter zorni kot smo izmerili s pomočjo letve, ki smo jo postavili na razdalji 5 m od sedežne referenčne točke (Slika 16). Na letvi smo označili točko v ravnini strojnikovih oči in točko, katero strojnik še vidi preden mu pogled zakrije strop kabine. Iz razdalj pridobljenega trikotnika smo s kotnimi funkcijami in Pitagorovim izrekom izračunali zorni kot in višino drevesa na razdalji 10 m od strojnika. Obe vrednosti smo izračunali pri dveh položajih strojnika, in sicer v normalnem sedečem položaju ter v močno naprej nagnjenem sedečem položaju. Pri meritvah smo poleg krede, letve in luči za merjenje razdalj uporabili merilni trak.



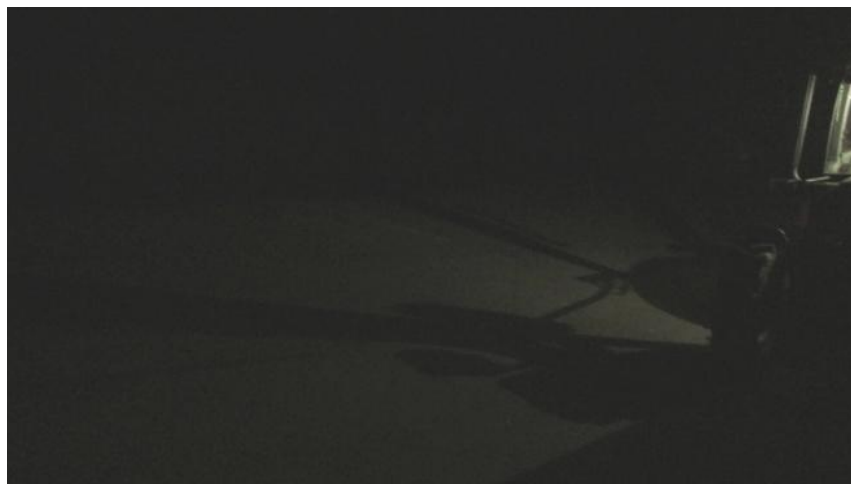
Slika 12: Izdelava mreže vidnega polja



Slika 13: Izdelana mreža vidnega polja



Slika 14: Namestitev luči v traktorju



Slika 15: Prikaz padanja senc na mrežo vidnega polja



Slika 16: Meritve za izračun zornega kota

4.2.5 Strojnikov sedež

Sedež naj bi nudil ustrezno oporo nogam, zadnjici, hrbtu ter splošno celemu telesu za udobno in primerno delo. Eden največjih vzrokov bolečin v križu je daljše sedenje v istem položaju. Strojnik naj bi imel možnost spreminjati svojo držo. Sedeža, ki bi odgovarjal vsem tem zahtevam, verjetno ni, zato bi bilo treba za gozdarske stroje izdelati povsem nov sedež. Sedež in naslonjala za roke naj bi odgovarjali strojnikom različnih postav, vendar ne smejo ovirati strojnika in njegove gibljivosti. Imeti mora dobre dušilce vibracij, da kar najbolje obvaruje delavca. Naslonjala za roke morajo biti pravilno oblikovana in nastavljiva v vse smeri.

Traktorja sta v času meritev stala na ravnem terenu. Sedežu smo najprej določili sedežno referenčno točko (SRT) ter ga nato, kot je zahtevano v smernicah, obtežili s 550 N, za kar smo uporabili dve 25 kg težki vreči cementa in 5 kg težko utež (Slika 17). Nato smo z merilnim trakom in kotomerom izmerili potrebne mere sedeža (slike v Preglednici 12).



Slika 17: Obtežitev sedeža s 550 N

4.2.6 Vodila

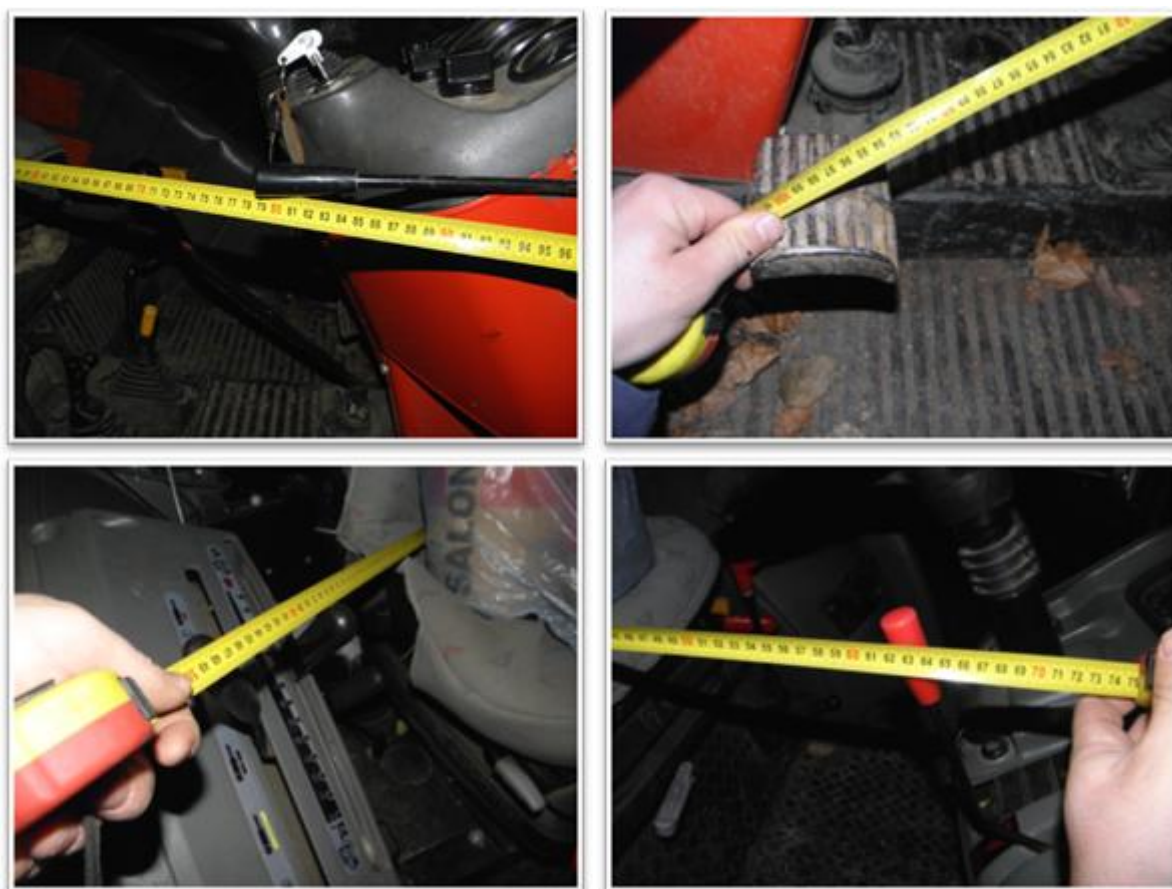
Oblika, vrsta vodil in njihova namestitvev močno vplivajo na natančnost in hitrost dela ter na same obremenitve telesa. Med upravljanjem vodil mora priti do fizioloških oddihov, da se mišice sprostijo. Vodila se sama po sebi ali zaradi tresenja ne smejo premikati. Prevelika sila za vodenje zmanjša natančnost in hitrost dela. Vodila, ki se ne uporabljajo pogosto, so lahko nameščena tako, da se mora strojnik iztegovati in je tako prisiljen spreminjati svojo držo.

Pri ocenjevanju vodil smo izmerili oddaljenost od SRT do vodila ter potrebno silo za njegovo upravljanje. Meritve smo opravili na vodilih, ki se uporabljajo v gozdarstvu in na katerih smo lahko opravili meritve s preprostimi pripomočki. Sedež smo pred meritvami obtežili s 550 N (Slika 17) ter ga postavili v običajen položaj kot ga uporablja strojnik pri normalnem delu. Od SRT smo izmerili oddaljenost vsakega vodila posebej (Slika 19), nato pa z visečo tehtnico (Slika 18) izmerili silo v kg, ki je potrebna, da se vodilo premakne (Slika 20, 21, 22 in 23).

Za vsako vodilo posebej smo naredili deset ponovitev meritev potrebnih sil, iz katerih smo izračunali aritmetično sredino v kg, te pa nato pretvorili v N. Traktorja sta bila med meritvami postavljena na ravnini in sta obratovala v prostem teku. Pri meritvah smo uporabili naslednje pripomočke: merilni trak, viseča tehtnica KERBL (Slika 18), jeklena vrv, premera 4 mm, in manjši škripec.



Slika 18: Elektronska tehtnica KERBL



Slika 19: Meritve oddaljenosti vodil od SRT: ročni plin (desno sp., levo zg.), ročica za hidravlični dvig (sp. levo), pedal sklopke (zg. desno)



Slika 20: Prikaz merjenja sile nožne zavore s pomočjo jeklene vrvi



Slika 21: Prikaz napeljave jeklene vrvi za merjenje sile sklopke pri novejšem traktorju s pomočjo škripca



Slika 22: Merjenje sile sklopke pri novejšem traktorju



Slika 23: Merjenje sil različnih vodil v traktorjih: vodilo za premik priključka, pripetega na tritočkovni priklop (levo zg.), vodilo za vklop premične gredi (desno zg.), ročica inverterja (levo sp.) in ročna zavora (desno sp.)

4.2.7 Upravljanje stroja

Mnogo funkcij na gozdarskih strojih se upravlja ročno. Najtežavnejše so funkcije, ki zaradi sočasnega poteka več funkcij zahtevajo hiter odziv in upravljanje več vodil hkrati in posledično zbranost pri delu. Za optimalno vodenje morajo biti te funkcije enostavne in logične, stroj pa se mora odzvati vedno enako. V gozdarstvu se gibi ponavljajo, kar lahko pripelje do različnih obolenj. Da bi se tem izognili, mora prihajati do občasnih fizioloških oddihov, da se mišice sprostijo, ne da bi bilo treba zaustavljati proizvodnjo. Ti odmori dajo lahko strojniku tudi potreben čas za načrtovanje nadaljnjega dela.

To poglavje se v gozdarskih smernicah nanaša predvsem na upravljanje s hidravlično roko stroja za sečnjo ali dvigala zgibne polprikolice. Ker teh delov proučevana traktorja nimata, smo ocenjevali ostala vodila na traktorju, vitlu in daljincu. Vodila so bila ocenjevana po njihovi primernosti in odzivnosti. Meritev pri upravljanju stroja nismo izvajali, pač pa smo le izbrali oceno na podlagi videnega in izkušenj strojnika.

4.2.8 Informacije

Informacije v kabini morajo biti dobro organizirane in prilagojene vsaki nalogi, biti morajo enostavno ločljive, razumljive in uporabne. Strojnik mora razumeti in vedeti, zakaj so informacije potrebne in kaj pomenijo, da bo lahko učinkovito in kakovostno delal. Pomembno je, da so informacije oblikovane tako, da se omogoča čim lažje zaznavanje letih in tako se čitljivost poveča, če je tekst napisan z malimi črkami. Zaželeno je uporaba simbolov (Slika 25 in 26) namesto teksta, če so ti nedvoumni in jasni. Besedilo, znaki in podobe naj bodo oblikovane tako, da za branje niso potrebna očala. Uporablja naj se le nekaj barv za boljšo čitljivost pri slabi osvetljenosti. Priporočljivo je uporabljati zvočne signale, predvsem: če je sporočilo kratko in je zaželeno takojšnje ukrepanje, če se mora strojnik osredotočiti na druge stvari in če strojnik težko vidi napisane informacije. Zvočni signal je smiselno kombinirati z opozorilno lučko ali drugo napravo, ki obvesti strojnika o tem, kaj je narobe.

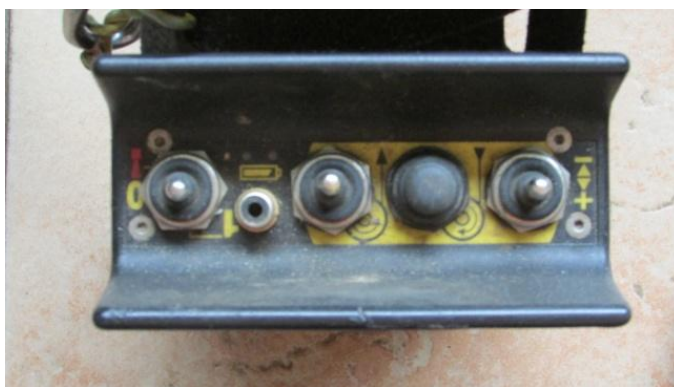
Smernice se v tem poglavju nanašajo predvsem na računalnik, vgrajen v kabino delovnega stroja, ki podaja podatke strojniku o stanju stroja, hidravlike, učinkovitosti in delovnih razmerah. Ker pa naša raziskovana traktorja nimata vgrajenega tega sistema, smo se pri naši raziskavi osredotočili na druge vrste informacij v kabini traktorja. Ocenjevali smo različne informacije o delovanju stroja na armaturni plošči (Slika 24), kot so opozorilne lučke o delovanju stroja, ter glede na različna navodila in opozorila, kako ravnati s strojem. Traktorja smo preizkusili med vožnjo in delom ter ocenili njuno primernost.



Slika 24: Nadzorna plošča z opozorilnimi lučkami pri novejšem traktorju



Slika 25: Informacije o delu z menjalnikom, vrtljivo gredjo in štirikolesnim pogonom pri starejšem traktorju



Slika 26: Daljinski upravljalvec in informacije o delovanju

4.2.9 Ropot

Ropot na gozdarskem stroju povzročajo predvsem motor, izpušni sistem, hladilni ventilatorji, prenosi in delovanje hidravlike. Ropot prenosov, hidravličnih črpalk in valjev se prenaša v obliki strukturnega zvoka in je najnižji, če sta motor in kabina na ločenih delih stroja. Ropot izpušnih sistemov, ventilatorjev in delovnih postopkov pa se prenaša po zraku, zato mora biti kabina zvočno izolirana, da prepreči vdor hrupa.

Slovenska zakonodaja s Pravilnikom o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (2006) določa zahteve o varovanju delavcev pred tveganji za varnost in zdravje, ki so ali bi lahko bila posledica izpostavljenosti hrupu, in zlasti pred tveganji za poškodbe sluha. Za osemurni delavnik določa v 3. členu naslednje mejne in opozorilne vrednosti: mejna vrednost izpostavljenosti 87 dB(A) ali 140 dB(C), zgornja

opozorilna vrednost 85 dB(A) ali 137 dB(C) in spodnja opozorilna vrednost 80 dB(A) ali 135 dB(C).

Delodajalec je dolžan z razpoložljivimi ukrepi zagotoviti, da se tveganja, ki izhajajo iz izpostavljenosti hrupu, odpravijo pri viru ali se zmanjšajo na najnižjo možno raven. Če pa to ni mogoče, je delodajalec dolžan zagotoviti osebno varovalno opremo (Ur. l. RS, 17/2006).

Za merjenje obremenitve strojnika z ropotom smo z vsakim traktorjem posebej naredili tri cikle vlečenja bukove hlodovine. Jakost ropota v kabini smo med delom posneli z merilnikom Brüel & Kjaer 2250 (Slika 27 in 28), ki je bil nameščen na sedež in je snemal ropot skozi celotni čas snemanja. Meritve smo opravili pri spravilu lesa navzdol. Polna in prazna vožnja nista potekali po isti vlaki, pač pa je prazna vožnja potekala po daljši vlaki (835 m), prazna pa po krajši poti (510 m) (Slika 29, 31, 32).



Slika 27: Nameščanje naprave za merjenje ropota in tresenja pred pričetkom meritev



Slika 28: Namestitev naprav za merjenje ropota in tresenja v traktorju



Slika 29: Rampanje hlodovine med meritvami

4.2.10 Tresenje

Tresenje in sunki so za strojnika neprijetni in utrujajoči, poleg tega pa je težavnejše natančno delo in strojnik se težje osredotoči na delo, ki ga opravlja. Na jakost tresenja vplivajo hitrost vožnje, talne razmere, pnevmatike, vzmetenje ter tudi sam način dela. Vibracije se na strojnika prenašajo preko sedeža in krmilnega sistema. Jakost je običajno višja na strojih za sečnjo in traktorjih kot pa na zgibnih polprikolicah. Meri se pospešek v m/s^2 , frekvenco v Hz in smer vibracij.

Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti vibracijam pri delu (2006) določa za osemurni delavnik naslednje mejne in opozorilne vrednosti:

1. mejne in opozorilne vrednosti za vibracije dlan - roka:
 - mejna vrednost dnevne izpostavljenosti 5 m/s^2 ;
 - opozorilna vrednost dnevne izpostavljenosti $2,5 \text{ m/s}^2$;
2. mejne in opozorilne vrednosti izpostavljenosti za vibracije celotnega telesa:
 - mejna vrednost dnevne izpostavljenosti $1,15 \text{ m/s}^2$;
 - opozorilna vrednost dnevne izpostavljenosti $0,5 \text{ m/s}^2$.

Delodajalec mora oceniti in po potrebi zagotoviti meritve ravni mehanskih vibracij, ki so jim delavci izpostavljeni. Delodajalec mora zagotoviti, da se tveganja, ki izhajajo iz izpostavljenosti mehanskim vibracijam, odpravijo pri viru ali zmanjšajo na najnižjo možno stopnjo (Ur. l. RS, 94/2005).

Obremenitev strojnika s tresljaji celega telesa smo merili hkrati z ropotom (Slika 31 in 32). Pri meritvah smo uporabili merilnik vibracij Brüel & Kjaer 4447 in akcelerometer Brüel & Kjaer 4524. Adapter za sedež Brüel & Kjaer 4515-B-002 z akcelerometrom je bil na sedež pritrjen tako, da je bila x os akcelerometra usmerjena v smer vožnje. Merilnik pa je bil skupaj z merilnikom ropota pritrjen na sedežu (Slika 30).



Slika 30: Namestitev tipala za merjenje tresljajev pred pričetkom merjenja



Slika 31: Merjenje med privezovanjem tovora



Slika 32: Polna vožnja

4.2.11 Uravnavanje klime v kabini

Oblikovanost kabine in sistem za uravnavanje klime morata zagotoviti klimo, ki bo sprejemljiva za večino strojnikov. Sistem za uravnavanje naj bi bil avtomatičen z individualno prilagodljivimi nastavitvami in mora biti sposoben hitro zmanjšati ali povečati temperaturo v kabini.

Preizkušanje klime je glede na ergonomske smernice treba narediti v klima komori z uporabo standardizirane merilne lutke za merjenje ekvivalentne temperature na različnih točkah med lutkino glavo in nogami. Zaradi pomanjkanja merilnih instrumentov smo primernost klimatskih razmer ocenili na podlagi izkušenj strojnika in samega ogleda klimatskega sistema.

4.2.12 Plini in prašni delci

Strojnik ne sme biti izpostavljen izpušnim plinom, cvetnemu prahu, prahu, oljni megli in dimnim delcem. Vdihavanje izpušnih plinov lahko povzroči utrujenost, glavobole, slabost, draženje dihalnih poti in sluznic, lahko pa prizadenejo tudi pljuča. Izpušni plini so lahko mutageni in lahko vsebujejo rakotvorne snovi.

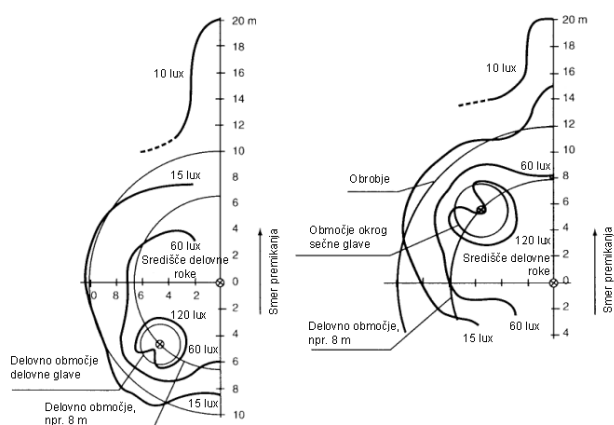
Oceno plinov in prašnih delcev smo pri obeh traktorjih opravili s pregledom kabine, izpušnega sistema (Slika 33) in na podlagi izkušenj traktorista.



Slika 33: Izpušni sistem pri novejšem traktorju

4.2.13 Osvetljenost

Svetila naj bi strojniku omogočala izvajanje vseh del tako kot jih lahko opravlja pri dnevni svetlobi. Jakost svetlobe naj bi bila dovolj velika in usmerjena v smer, da ne prihaja do kontrastov in odbojev, strojnik pa ne sme biti zaslepljen zaradi osvetljenih delov. Barva svetlobe mora omogočati dobro vidljivost. Osvetljenost ocenjujemo z uporabo skice osvetljenosti kot je prikazana na Sliki 34.



Za merjenje osvetljenosti smo uporabili merilnik METREL Poly MI6401 (Slika 35). Osvetljenost smo merili v luxih, v petih različnih smereh od stroja. Ker so smernice bolj osredotočene na stroj za sečnjo in zgibno polprikolico, smo nekoliko priredili način merjenja. Merili smo osvetljenost spredaj, bočno, zadaj in pa pod kotom približno 45° v smeri vožnje. Uporabili smo metrsko mrežo, ki smo jo uporabili pri poglavju Vidljivost. Pri vseh položajih smo merili osvetljenost ob stroju in na oddaljenosti 1 in 2 m od stroja. Dodatno smo spredaj izmerili osvetljenost pri oddaljenosti 3, 5, 10, 15, 20, 25 in 30 m, zadaj 3, 5, 10, 15 m, bočno pri 3 m, pod 45° naprej desno in levo pri 5 m od stroja (Slika 36). Z meritvami smo prenehali, ko je vrednost osvetljenosti dosegla 0.





Slika 36: Merjenje osvetljenosti pred (levo in desno zg., desno sp.) in za traktorjem (levo sp.)

4.2.14 Navodila in urjenje

Ergonomske smernice za gozdarske stroje navajajo, da mora strojnikov priročnik vsebovati:

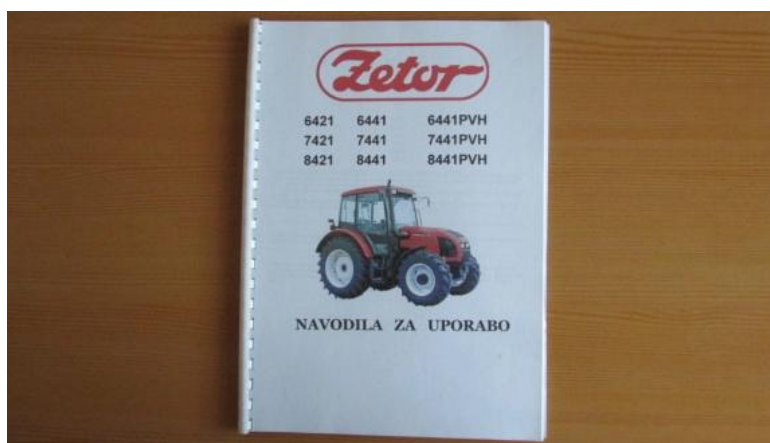
- splošne stvari, kot so informacije o strojnikovem urjenju, varnostnih značilnostih,
- tehnične podatke o stroju in zraven še poročila o izvedenih testiranjih,
- tehnični opis vseh tehničnih sistemov stroja, pregledne skice, opise delovanja,
- navodila za vožnjo in upravljanje stroja z opisi delovanja zaviranja, krmiljenja,
- vprašalnik za preventivno vzdrževanje, servisno knjižico, navodila za menjavo sestavnih delov,
- varnostna navodila,
- spisek rezervnih delov in dodatno opremo,
- oblikovanost,
- ustne napotke in praktično urjenje,
- znake.

Ocenjuje se še oblikovanost priročnika, ustne napotke in praktično usposabljanje ob dobavi samega stroja ter druge varnostne in ostale znake.

Na podlagi teh smernic smo ocenili Navodila za uporabo (Slika 37 in 38) pri obeh traktorjih.



Slika 37: Navodila za uporabo za starejši traktor



Slika 38: Navodila za uporabo za novejši traktor

4.2.15 Vzdrževanje

Smernice se nanašajo na preglednico vzdrževanja, silo, potrebno za opravljanje vzdrževanja, razna varovala pred poškodbami itd.

Ker nismo imeli na razpolago indeksa vzdrževanja, smo ocenili primernost preglednice in samih delov traktorjev in njihovih postavitev z vidika vzdrževanja (Slika 39 in 40).

VZDRŽEVANJE TRAKTORJA

Preverjanje stanja traktorja

Številka	Opis	Preverjeno	Opomba
1	Preverjanje stanja motorja		
2	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
3	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
4	Preverjanje stanja svetlobnega sistema		
5	Preverjanje stanja zvokovnega sistema		
6	Preverjanje stanja varnostnega sistema		
7	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
8	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
9	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
10	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
11	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
12	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
13	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
14	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
15	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
16	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
17	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
18	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
19	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
20	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		

Preverjanje stanja opreme

Številka	Opis	Preverjeno	Opomba
1	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
2	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
3	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
4	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
5	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
6	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
7	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
8	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
9	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
10	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
11	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
12	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
13	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
14	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
15	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
16	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
17	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
18	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
19	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
20	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		

Slika 39: Preglednica vzdrževanja, odkrivanja napak ... za novejši traktor

VZDRŽEVANJE TRAKTORJA

Preverjanje stanja traktorja

Številka	Opis	Preverjeno	Opomba
1	Preverjanje stanja motorja		
2	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
3	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
4	Preverjanje stanja svetlobnega sistema		
5	Preverjanje stanja zvokovnega sistema		
6	Preverjanje stanja varnostnega sistema		
7	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
8	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
9	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
10	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
11	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
12	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
13	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
14	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
15	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
16	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
17	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
18	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
19	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
20	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		

Preverjanje stanja opreme

Številka	Opis	Preverjeno	Opomba
1	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
2	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
3	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
4	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
5	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
6	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
7	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
8	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
9	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
10	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
11	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
12	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
13	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
14	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
15	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
16	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
17	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
18	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		
19	Preverjanje stanja krmilnega sistema		
20	Preverjanje stanja hidrauličnega sistema		

Slika 40: Preglednica vzdrževanja, odkrivanja napak ... za starejši traktor

4.2.16 Zavore in strojnikova varnost

To poglavje obravnava samo vidike, ki so povezani z oblikovanjem stroja in njegovega zavnega sistema, ne pa varnostnih vidikov, kot npr. varovalnih oblačil in opreme, varnost pri vstopanju in izstopanju, pri vzdrževanju ... (Gellerstedt in sod., 1999).

Stroj mora biti tako varen, kot je le mogoče pri obstoječem znanju in tehnologiji, kar predpostavlja, da se uporablja za tisto, za kar je bil namenjen in v skladu z navodili proizvajalca. Kadarkoli je mogoče, je treba nevarnosti izključiti že pri oblikovanju in izdelavi. Pričakovano uporabno dobo in nenormalno obrabo stroja je treba upoštevati pri izdelavi in pisanju navodil. Stroj mora vsebovati pomembna orodja za nastavitve in vzdrževanje (Direktiva EU o strojih, povzeto po Gellerstedt in sod., 1999).

Ocenjevanje varnosti se nanaša na: 1. pogostost tveganja – kako pogosto nastane tveganje; 2. verjetnost – možnost, da pride do poškodbe, če nastopi nevarnost; 3. resnost – resnost poškodbe, če se zgodi nesreča. Pod drobnogled se vzame celotni zavorni sistem, same zavore in strojnikovo varnost pri delu s samim strojem (Gellerstedt in sod., 1999).

Oceno zavor in strojnikove varnosti smo podali na podlagi izkušenj traktorista, pregleda samih traktorjev, s poudarkom na zavorah ter na podlagi videnega na terenu pri meritvah ropota in vibracij. Uporabljeni pripomoček je bila busola, s katero smo izmerili 50 % naklon terena, kjer smo preizkusili, če so zavore sposobne ustaviti traktor na takšnem naklonu, poleg tega pa smo še preizkusili zavore na različnih podlagah, in sicer makadamu, asfaltu, zemlji in pesku. Meritev glede pojemanja pospeška nismo izvedli, ker nismo imeli merilnika hitrosti. Skladnosti s standardom ISO 11169 nismo mogli potrditi, saj sta traktorja primarno namenjena za poljedelstvo oz. sta kmetijska traktorja, ISO 11169 standard pa velja za gozdarske stroje.

5 REZULTATI MERITEV

5.1 DOSTOPNOST KABINE – VSTOPANJE IN IZSTOPANJE

Dostopnost kabine smo ugotavljali z meritvami dimenzij vstopne odprtine in stopnic (Preglednica 5). Ugotovili smo, da se je v ergonomskega smislu velika večina mer z razvojem traktorja spremenila na bolje. Pri novejšem traktorju se je tako močno znižala višina do ročaja, zmanjšal se je naklon rame stopnice ter povečala površina stopnice. Odprtina vrat je glede na višino ostala enaka, medtem ko se je ugodno povečala širina odprtine v višini ramen ter neugodno zmanjšala širina odprtine pri tleh. Glede na ergonomske smernice pomenijo omenjene spremembe le pri višini stopnice do ročaja preskok v razred A ter širini vrat pri tleh nazadovanje iz razreda A v razred nižji od razreda B.

Preglednica 5: Dimenzije vstopne odprtine, stopnic in vrat

	Smernice			Meritve		Ocene	
	Razred A	Razred B	Enota	Starejši	Novejši	Starejši	Novejši
Stopnice							
Od tal do ročaja	120	/	cm	183	132	A	A
Od stopnice do ročaja	85	/	cm	110	65	A	< A
Od tal do prve stopnice	35	40	cm	44	44	< B	< B
Največji naklon rame stopnice	45	70	°	90	75	< B	< B
Višina med stopnicama	20–25	20–30	cm	28	29	B	B
Najmanjša širina stopnice	30	30	cm	35	40	A	A
Najmanjša globina stopnice	20	10	cm	11,5	18	B	B
Prostor za stopnico (min.)	≥ 15	≥ 15	cm	0	10	< B	< B
Najmanjša višina odprtine	160	160	cm	138	138	< B	< B
Najmanjša širina v višini ramen	60	60	cm	72	77	A	A
Najmanjša širina vrat pri tleh	35	35	cm	39	31	A	< B

Preglednica 6: Ocene dostopnosti kabine (Gellerstedt in sod., 1999)

	Razred A	Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
1.	Stopnice kot na Sliki 8, ploščad pred vrati kabine	Stopnice kot na Sliki 6, ploščad zagotovljena	Manjše pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	Nevarno	D	C
2.	Če ni neposrednega vstopa v kabino, mora biti predviden čvrst, varen podest z ročaji	Zagotovljeno, vendar z manjšimi pomanjkljivostmi brez nevarnosti	Enako kot razred B	Samo ena stopinja na kolo ali gosenico; primerni ročaji	Vstop prek koles ali gosenic; primerni ročaji manjkajo	* /	* /
3.	Ročaji in stopnice nudijo dober prijem, na njih se ne nabirata sneg in led, lahko jih je čistiti in tveganje zdrsa je minimalno	Kakor razred A	Kakor razred A	Kakor razred A	Ročaji in stopnice nevarne	A	A
4.	Odprtina vrat visoka najmanj 160 cm, široka v višini ramen vsaj 60 cm in na dnu 35 cm	Kakor razred A	Manjši odmiki	Večji odmiki	–	C	C
5.	Zagotovljen vsaj en zasilni izhod	Kakor razred A	Kakor razred A	Kakor razred A	Ni ga	A	A
6.	Vrata se dovolj na široko odpirajo in ostanejo odprta v vetru ali kadar je stroj nagnjen	Manjše pomanjkljivosti	Zmerne pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	–	C	B
7.	Vrata kabine se z lahkoto odpirajo in zapirajo tudi kadar je stroj nagnjen	Kakor razred A	Manjše pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	–	C	A
8.	Sredstva za vstop ne predstavljajo nobene nevarnosti, da bi se strojnik zataknil ali uklestil v njih	Manjše pomanjkljivosti	Zmerne pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	–	A	A
9.	Sredstva za vstop zavarovana pred poškodbami	Manjše pomanjkljivosti	Zmerne pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	–	B	B
10.	Vrata kabine, stopnice in tla pod njimi dobro osvetljena	Manjše pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	Niso osvetljeni	–	D	C

* Ker imata traktorja neposreden vstop v kabino, ni podesta z ročaji, zato tu ni ocene.

Tudi pri skupni ergonomski oceni dostopnosti kabine sta si oba traktorja primerljiva. Najvišje (A) sta bila ocenjena pri varnosti in vzdrževanju stopnic in ročajev, zagotavljanju

zasilnega izhoda ter varnosti sredstev za vstop. Pri obeh traktorjih so sredstva za vstop nezavarovana pred poškodbami, višini odprtih vrat sta prenizki, pri novejšem traktorju pa je odprtina v višini tal tudi preozka. Pri oceni stopnic je starejši traktor dobil slabšo oceno (D) od novejšega zaradi večjega naklona rame stopnic in slabše nameščenega ročaja, oba pa nižjo oceno (od B) zaradi previsoke prve stopnice ter naklona rame stopnic. Pri novejšem traktorju se vrata dovolj široko odpirajo, vendar pa so manjše težave z odpiranjem pri močnejšem vetru in večjem naklonu, medtem ko se pri starejšem traktorju vrata težje zaprejo že pri manjšem naklonu. Vrata kabine, stopnice in tla pri starejšem traktorju niso osvetljena, pri novejšem pa zelo slabo.

5.2 DRŽA MED DELOM

Preglednica 7: Ocene drže med delom (Gellerstedt in sod., 1999)

	Razred A	Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
1.	Strojniki različnih postav so lahko v sproščeni osnovni drži telesa, pri kateri so vodila stroja v optimalnem dosegu in je omogočena dobra vidljivost	Kakor razred A	Nekaj težav za strojnike z nadpovprečno in podpovprečno postavbo	Veliko pomanjkljivosti	Ergonomsko nesprejemljivo	C	C
2.	Strojniki lahko enostavno spreminjajo držo pri sedenju, zravna trup in iztegne noge	Omejena prilagodljivost višine sedenja. Strojnik še lahko iztegne noge	Omejena prilagodljivost višine. Nekaj utesnjenosti	Malo možnosti spreminjanja drže pri sedenju	Ergonomsko nesprejemljivo	B	B
3.	Nastavljiv sedež, naslonjala za roke, vodila in lega inštrumentov je taka, da ustreza različnim strojnikom	Kakor razred A	Nekaj pomanjkljivosti	Veliko pomanjkljivosti	Ergonomsko nesprejemljivo	D	C

se nadaljuje

nadaljevanje Preglednice 7

	Razred A	Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
4.	Stroj oz. kabina se lahko zaradi izravnavanja nagne za 15° v bočni in vzdolžni smeri	Stroj oz. kabina se lahko zaradi izravnavanja nagne 7° bočno in vzdolž ali 15° samo v eno smer	Sedež je mogoče izravnati	Izravnavanje ni mogoče	—	D	D
5.	Strojnikovo delovno mesto se lahko vrti neodvisno od hidravlične roke v katero koli smer v delovnem prostoru	Strojnikovo položaj sledi premikom hidravlične roke	Sedež je vrtljiv in se ga lahko zaustavi kjerkoli	Tog delovni prostor in sedež ni vrtljiv	—	D	D
6.	Strojnik lahko upravlja hidravlično roko in sečno ali prijemalno glavo z nekaj gibi	Nekaj pomanjkljivosti	Zmerne pomanjkljivosti	Veliko pomanjkljivosti	—	B	B
7.	Vodenje stroja dopušča prekinitve statičnih obremenitev ramen in vratu pri vsakem ciklusu dela s hidravlično roko	Možne pogoste prekinitve	Možne občasne prekinitve	Možne prekinitve le redko	—	B	B

* Namesto hidravlične roke smo ocenjevali upravljanje z vitlom.

** Pri delu z vitlom namesto hidravlične roke.

Ker sta traktorja iste znamke, je njuna kabina zelo podobno oblikovana, kljub različni starosti traktorjev, zato sta traktorja dobila zelo podobne ocene. Najvišje (B) sta bila ocenjena pri oceni spreminjanja drže, kjer je pri obeh omejena prilagodljivost višine sedenja, ter tudi pri samem upravljanju in vodenju vitla, kjer je največja pomanjkljivost razporeditev vodila za upravljanje z vitlom in možnost pogostejših prekinitvev dela. Strojniki nadpovprečne in podpovprečne postave imajo težave pri sami delovni drži, zato je slabša ocena (C) pri obeh traktorjih. Traktorja nimata vrtljivega sedeža in tudi ne izravnalne kabine, kar pri delu v različnih naklonih pomeni neugodno držo, zato sta prejela slabo oceno (D). Pri novejšem traktorju je možno boljše nastavljanje sedeža in vodil kot pri starejšem, zato je prejel višjo oceno (C) od starejšega (D).

5.3 KABINA

Preglednica 8: Smernice in rezultati meritev

	Smernice		Meritve		Ocene	
	Razred A	Enota	Starejši	Novejši	Starejši	Novejši
Višina kabine (A)*	180	cm	153	157	< A	< A
Sedež pomaknjen nazaj (B)*	55	cm	40	25	< A	< A
Sedež pomaknjen nazaj od stopal (C)*	115	cm	115	110	A	< A
Sedež pomaknjen naprej in sr. visoko (D)*	70	cm	65	60	< A	< A
Sedež pomaknjen naprej in najvišje (E)*	50	cm	70	65	A	A
Širina kabine v višini naslonjal za roke (F)*	100	cm	165	150	A	A

* Glede na Sliko 9.

Preglednica 9: Ocene kabine (Gellerstedt in sod., 1999)

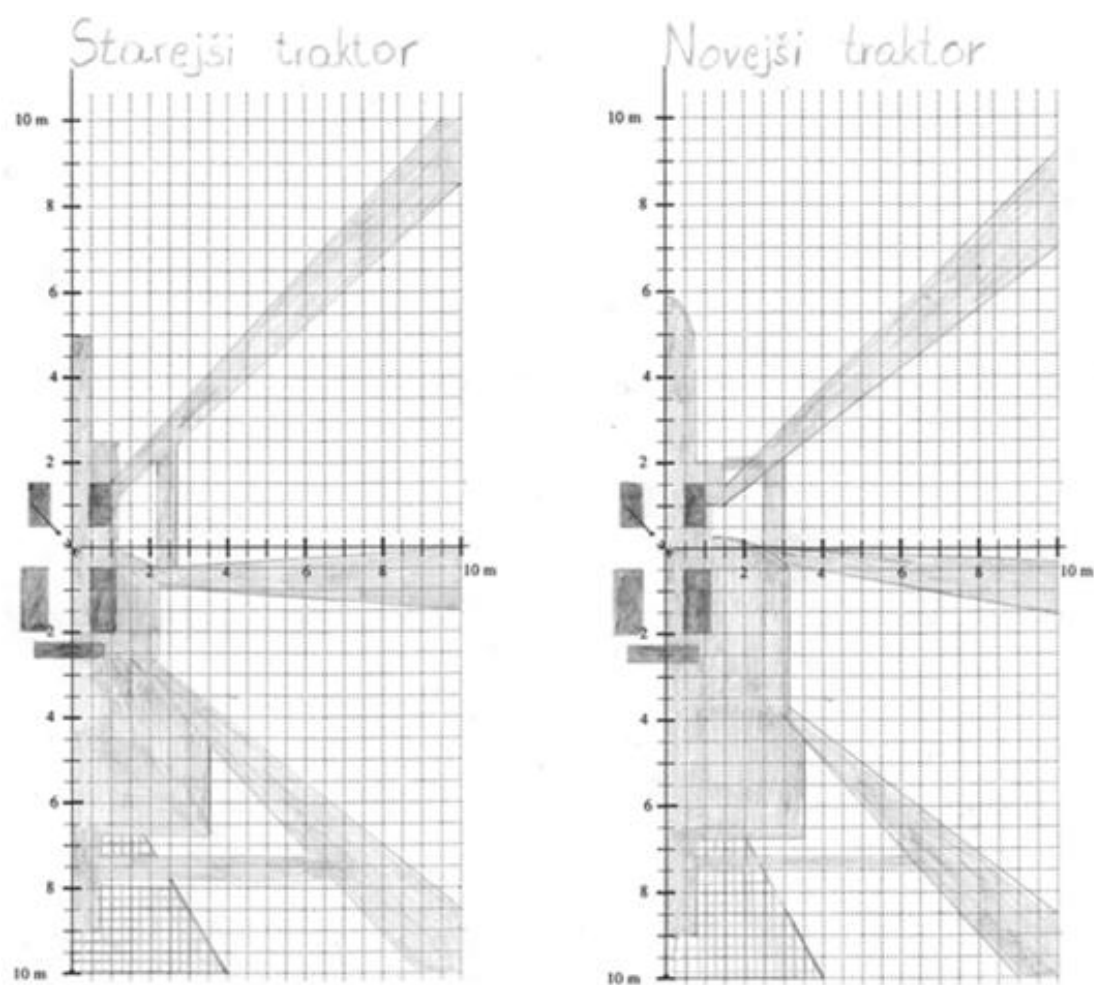
Razred A		Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
1.	Mere kakor na Sliki 9	Manjša odstopanja pri višini in dolžini kabine	Zmerna odstopanja	Večja odstopanja	Ergonomsko nesprejemljivo	C	C
2.	Naslonjala za roke in vodila ne zadevajo ob stene, notranjo opremo ipd.	Kakor razred A	Ne drži povsem	Resne pomanjkljivosti	–	A	A
3.	Pri delu naprej in vzvratno je dovolj prostora v obe smeri; sedež se lahko prosto zavrti v vsak položaj	Ni povsem ustrezno	Zmerne pomanjkljivosti	Resne pomanjkljivosti	–	D	D
4.	Prostor za prvo pomoč, priročnike in osebne predmete	Kakor razred A	Ni povsem ustrezno	Zmerne pomanjkljivosti	Ni prostora za pribor za prvo pomoč	D	D
5.	Enostavno čiščenje kabine; vrata segajo do tal kabine	Manjše pomanjkljivosti	Zmerne pomanjkljivosti	–	–	B	A
6.	V kabini ni opreme, ki bi puščala olje, in ne štrlečih delov, ki bi lahko povzročili poškodbe	Kakor razred A	Kakor razred A	Nekaj pomanjkljivosti	Ergonomsko nesprejemljivo	A	A

Meritve kabin (Preglednica 8) so pokazale, da je kabina starejšega traktorja večja in bolj prostorna, vendar pri prostoru za stopala manjša dimenzija pomeni nazadovanje iz razreda A. Najvišje (A) sta bila traktorja ocenjena pri namestitvi naslonjal, vodil, ki ne zadevajo ob stene ipd., ter pri ostali opreми, ki nima štrlečih delov in ne pušča olja. Kabini nista dimenzionirani (Preglednica 8) kot zahtevajo smernice, zato sta prejela oceno C. V kabinah ni dovolj prostora za vrtenje sedeža, ki tudi ni vrtljiv, ter prostora za prvo pomoč. Zato sta pri teh dveh ocenah traktorja prejela najnižji oceni v tem poglavju (D). Novejši traktor je dobil najboljšo možno oceno pri čiščenju kabine, medtem ko je starejši traktor zaradi vrat, ki ne segajo do tal, dobil nižjo oceno.

5.4 VIDLJIVOST

Preglednica 10: Rezultati meritev zornega kota in višine drevesa pri razdalji 10 m od traktorja

Traktor	Merjenje brez spreminjanja drže		Merjenje pri spremenjeni drži	
	Zorni kot	Višina na razdalji 10 m	Zorni kot	Višina na razdalji 10 m
Starejši	11°	1,9 m	46,5°	10,5 m
Novejši	13°	2,2 m	47,7°	11 m



Legenda: Temno sivo – pozicija traktorja na mreži vidnega polja

Svetlo sivo – sence, ki padajo na vidno polje

Črtkano – sence mreže, montirane na vitel

Slika 41: Skici vidnega polja starejšega in novejšega traktorja

Preglednica 11: Ocene vidljivosti (Gellerstedt in sod., 1999)

Razred A		Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
1.	Strojniki vidi tla v razdalji do 3,5 m vstran od roba stroja v območju delovne roke in do 5 m v smeri vožnje (merjeno od SRT)	Nekaj pomanjkljivosti	Zmerne pomanjkljivosti	Velike pomanjkljivosti	Nearno	* B	* B
2.	Strojniki vidi vsaj 25 m nad tlemi na razdalji 10 m od stroja	Vidljivost do 20 m v višino. Pri zgibnih polprikolicah strojniki vidi celotno dolžino delovne roke v njenem delovnem območju	Vidljivost do 15 m v višino. Pri zgibni polprikolici strojniki vidi vrh varovala kabine	Velike pomanjkljivosti. Pri zgibni polprikolici podobno kot v razredu C	Nearno	C	C
3.	Strojniki vidi pri vožnji naprej prednja kolesa	Potrebno manjše nagibanje ali iztegovanje	Zmerne pomanjkljivosti	Velike pomanjkljivosti	–	A	A
4.	Enostavno čiščenje dežnih kapelj, snega, vlage, umazanije ipd. z oken	Manjše težave	Večje težave	Resno neustrezno	–	B	B
5.	Delovna roka, stebrički in druga oprema ne ovirajo strojnikovega pogleda ali ga ne silijo v neprimerne drže, da bi lahko videl delovno območje	Vidljivost je malenkostno zmanjšana s strani delovne roke	Vidljivost resneje prizadeta	Vidljivost zelo prizadeta	–	** B	** B

* Ker je organizacijska oblika dela I + 0, se upošteva le vožnja.

** Vidljivost je zmanjšana zaradi vitla v smeri nazaj (rampanje).

Traktorja sta zelo podobno oblikovana, zato je njuna vidljivost iz kabine zelo podobna. Ker strojniki pri vožnji vidi prednja kolesa, sta tu traktorja prejela najvišjo oceno. Pri obeh traktorjih so se pojavile določene pomanjkljivosti, zaradi katerih sta prejela nižje (B) ocene. Traktorist v smeri vožnje naprej ne vidi tal na razdalji 3,5 m, pač pa tla vidi na razdalji 5 oz. 6 m (Slika 41). Čiščenje umazanije in dežja s stranskih oken je oteženo, saj traktorja nimata zato predvidene opreme. V smeri vožnje nazaj (rampanje) zaščitna mreža vitla delno zakriva pogled, kar otežuje delo. Najnižjo oceno v tem poglavju (C) sta prejela

pri vidljivosti v višino, kjer ne dosegeta zahtevane višine 25 m, na razdalji 10 m pri obeh traktorjih vrh kabine ovira pogled.

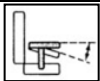
5.5 STROJNIKOV SEDEŽ

Preglednica 12: Rezultati meritev

		Enota	Smernice	Rezultati		Ocene	
				Starejši	Novejši	Starejši	Novejši
Prostor za noge		cm	± 10	± 8	± 8	< A	< A
Višina		cm	* 40–65	54	50	A	A
Dušenje		kg	55–110	50–120	50–120	A	A
Naklon sedeža		°	*** ± 20	0	0	< A	< A
Naklon naslonjala		°	0–30	0	+ 30, - 15	< A	A
Naklon sedala		°	gor 8 – dol 15	0	0	< A	< A
Izbočenost opore ledij		cm	± 5	2	5	< A	A
Višina opore ledij		cm	15–23	15	15	A	A
Globina sedeža		cm	37–48	40	37	A	A
Bočni naklon		°	*** ± 15	0	0	< A	< A
Vrtljivost sedeža		°	**** 220	0	0	< A	< A
Razdalja med naslonjaloma za roke		cm	47 ± 5	0	47	< A	A
Vrtljivost naslonjal za roke		°	navznoter 30 navzven 15	0	0	< A	< A

se nadaljuje

nadaljevanje Preglednice 12

		Enota	Smernice	Rezultati		Ocene	
				Starejši	Novejši	Starejši	Novejši
Naklon naslonjal za roke		°	Najmanj do kota 150° med nadlahtjo in podlahtjo	0	0	< A	< A
Dolžina naslonjal		cm	25 ± 5	0	27	< A	A

* Višina sedala nad tlemi naj bo merjena pri obteženosti sedeža s 550 N.

** Odvisno od tega, ali je mogoče izravnavanje sedeža.

*** Odvisno od tega, ali je kabina vrtljiva.

**** Merjeno nad SRT, če naslonjala ne sledijo sedežu, merimo višino, ko strojnik sedi na sedežu.

Preglednica 13: Ocene sedeža (Gellerstedt in sod., 1999)

Razred A		Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
1.	Višina sedeža enostavno nastavljiva med 40 in 65 cm	Nastavljiva med 40 in 55 cm	Manj nastavljiva in manj primerna	Nezadostno nastavljiva	Ergonomsko nesprejemljiva	* A	* A
2.	Sedež izpolnjuje zahteve glede mer in nastavljivosti	Naklon sedeža je nastavljen le do +8° in do -7°	Nekatere mere so premajhne	Veliki odmiki od zahtevanih mer	Ergonomsko nesprejemljivo	C	C
3.	Naslonjala za roke nudijo dobro oporo, ne ovirajo gibov in so nastavljiva kot je zahtevano	Kakor razred A	Manjše pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	Ergonomsko nesprejemljivo	** /	C
4.	Nastavitve sedeža in naslonjal za roke je mogoče programirati in hitro avtomatično znova nastaviti	Ročno nastavljanje je hitro in lahko; oznake so jasne	Nekatere nastavitve so nerodne	Večje pomanjkljivosti	–	C	B
5.	Naslonjala za roke sledijo premikom sedeža avtomatično	Kakor razred A	Lahko se jih enostavno ročno nastavi	Večje pomanjkljivosti	Ergonomsko nesprejemljivo	** /	A
6.	Pod sedežem je dovolj prostora za noge, tudi če jih skrčimo za 60° ali manj nazaj	Noge ne morejo biti upognjene toliko nazaj kakor v razredu A	Ni prostora za noge pod sedežem	–	–	C	C

se nadaljuje

nadaljevanje Preglednice 13

	Razred A	Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
7.	Sedež ima dobro dušenje tresenja pri vseh nastavitvah	Kakor razred A	Slabše dušenje pri najvišjih oziroma najnižjih nastavitvah	Večje pomanjkljivosti	Ergonomsko nesprejemljivo	A	A
8.	V ne vrtljivih kabinah se sedež lahko vrti in zaustavi v vsakem položaju	Sedež se vrti, a ne povsem prosto	Večje pomanjkljivosti	Sedež ni vrtljiv	–	D	D
9.	Sedež se nagiba avtomatično v dveh smereh, kadar se kabina ne izravnava	Sedež se nagiba v eno smer avtomatično ali v dve ročno; lahko se zaustavi v vsakem položaju	Omejeno izravnavanje sedeža	Ni izravnavanja	–	D	D
10.	Sedalo in naslonjalo sta opremljena z gretjem, zračenjem in snemljivimi pralnimi prevlekami	Nista popolno opremljena	Večje pomanjkljivosti	–	–	C	C
11.	Sedež stabilen, dobro postavljen in vpet, enostaven za vzdrževanje	Kakor razred A	Nekaj pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	Ergonomsko nesprejemljivo	A	A
12.	Predvidene varnostne naprave (kot je varnostni pas)	Kakor razred A	Manjše pomanjkljivosti (npr. brez varnostnega pasu)	Kakor razred C	Ni nobene naprave	C	C

* Višina sedeža ni nastavljiva, vendar pa je v mejah smernic.

** Ni naslonjal za roke.

Najvišje (A) ocene sta traktorja prejela pri višini sedeža, ki sicer ni nastavljiva, vendar je v mejah smernic. Dušenje tresenja je enako pri vseh nastavitvah sedeža. Sedež je dobro vpet in postavljen pri obeh traktorjih. Sedeža ne izpolnjujeta zahtev smernic v celoti, predvsem pri nastavitvah naklonov, ki so povečini premajhni. Ker sedeža nista opremljena z gretjem, zračenjem, varnostnim pasom in pod njima ni prostora za noge (Slika 17), sta za te zahteve prejela nižje (C) ocene. Sedeža sta nevtljiva in nimata bočnega izravnavanja. Naslonjala pri novejšem traktorju avtomatično sledijo premikom sedeža, nudijo dobro oporo, imajo pa

kljub temu nekaj pomanjkljivosti, predvsem kar se tiče nastavljalivosti naklona in vrtenja, zaradi katere je novejši traktor prejel nižjo (C) oceno. Sedež starejšega traktorja naslonjal za roke sploh nima in zato tega nismo ocenjevali. Največja razlika pri sedežih traktorjev se pojavi pri samem nastavljanju. Pri novejšem traktorju je ročno nastavljanje dokaj hitro in enostavno, medtem ko je pri starejšem vodilo za premik sedeža naprej, nazaj dokaj nerodno in slabo postavljeno.

5.6. VODILA

Preglednica 14: Smernice in rezultati meritev

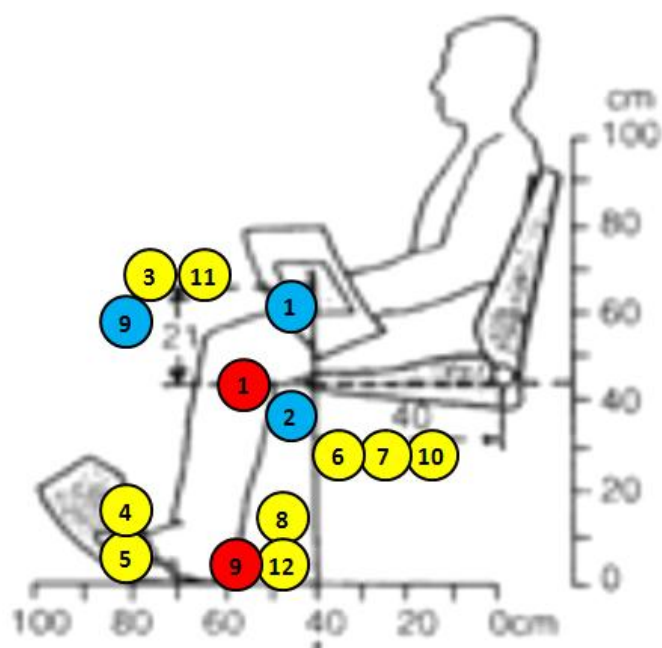
****	Vodilo	Potrebne sile (N)					
		* optim.	max	Rezultat		Ocene	
				Starejši	Novejši	Starejši	Novejši
1	Prestavna ročica (ročica)	5–15	140	60	46	A	A
2	Ročica invertorja (ročica)	5–15	140	** /	40	/	A
3	Ročni plin (ročica)	2–5	40	40	20	A	A
4	Pedal/zavore (pedal)	45–90	250	610	420	< A	< A
5	Pedal/sklopka (pedal)	45–90	250	460	350	< A	< A
6	Ročna zavora (ročica)	5–15	140	268	191	< A	< A
7	Sklopka premične gredi (ročica)	5–15	140	273	262	< A	< A
8	Vklop premične gredi (ročica)	5–15	140	45	40	A	A
9	Vklop štirikolesnega pogona (ročica)	5–15	140	118	*** /	A	/
10	Ročica za hidravliko (ročica)	5–15	140	107	80	A	A
11	Volan	5–20	230	30	20	A	A
12	Reduktor (ročica)	5–15	140	46	45	A	A

* Te smernice se uporabljajo za pogostejše uporabljana vodila.

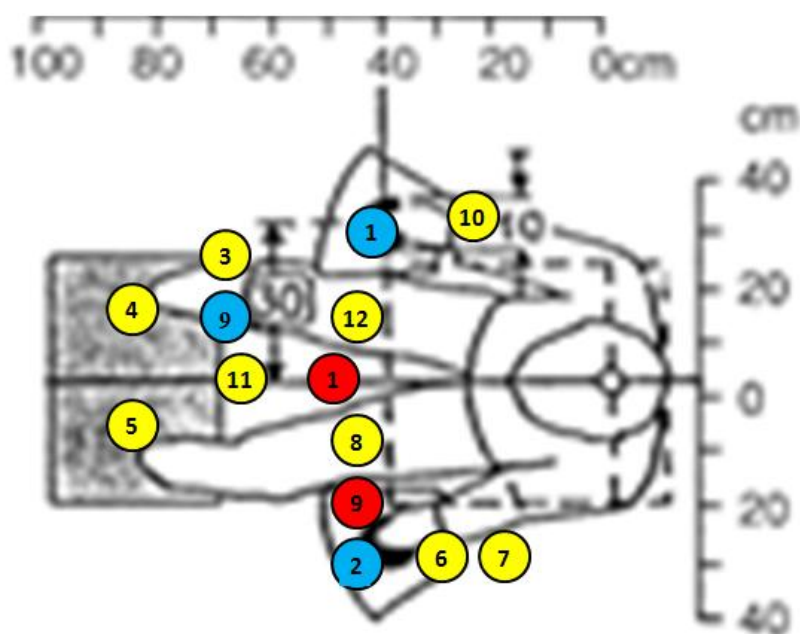
** Traktor ima navadni sredinski menjalnik in zato nima invertorja.

*** Vodilo za vklop štirikolesnega pogona je gumb, kateremu nismo mogli izmeriti sile, potrebne za vklop.

**** Zaporedna številka vodila, uporabljena pri Sliki 41 in 42.



Slika 42: Razporejenost vodil pri obeh traktorjih s strani



Slika 43: Razporejenost vodil pri obeh traktorjih s ptičje perspektive

Legenda: ■ vodilo starejšega traktorja, ■ vodilo novejšega traktorja, ■ isto vodilo na istem mestu pri obeh traktorjih, števila – glej Preglednico 14.

Preglednica 15: Ocene vodil (Gellerstedt in sod., 1999)

	Razred A	Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
1.	Ročice in gumbi, ki so pomembni za varnost ali so pogosto uporabljeni, so postavljeni v optimalni gibalni prostor in sledijo premikom sedeža	Kakor razred A	Nekaj pomanjkljivosti	Zmerne pomanjkljivosti	Nesprejemljivo	C	C
2.	Položaj ročic in gumbov je enostavno prilagodljiv različnim strojnikom	Kakor razred A	Zmerne pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	Ergonomsko nesprejemljivo	D	D
3.	Položaj vodil delovne roke je skladen s smernicami in ga je mogoče enostavno prilagoditi rokam različnih velikosti	Nekaj težav pri prilagajanju	Velike težave pri prilagajanju	Prilagajanja ni	–	/	/
4.	Ročice in gumbi (kjer jih je mogoče uporabiti) omogočajo udoben prijem in oporo za roko	Kakor razred A	Nekaj pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	–	C	A
5.	Vodila za funkcije, ki zahtevajo hiter odziv, so narejena predvsem za palec ali kazalec ali če to ne gre, vsaj za sredinec	Nekaj manjših pomanjkljivosti	Zmerne pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	–	D	B
6.	Grupiranje in označevanje gumbov je tako, da preprečuje zmedo in nepazljivo ravnanje	Kakor razred A	Kakor razred A	Manjše pomanjkljivosti	Nesprejemljivo	A	A
7.	Vsi gumbi dajejo jasne znake, ko jih sprostim	Znake dajejo samo pomembnejši gumbi	Znake dajejo nekateri gumbi	Gumbi ne dajejo znakov	–	D	A
8.	Pogosto uporabljana vodila zahtevajo optimalne priporočene potrebne sile	Kakor razred A	Ne vsa	Mnogo jih ne ustreza	–	C	C

se nadaljuje

nadaljevanje Preglednice 15

	Razred A	Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
9.	Pedali so predvideni le za funkcije, ki jih pri vožnji običajno upravljamo z nogami (plin, zavore), kar zahteva veliko potrebno silo ali so le redko uporabljane in ne zahtevajo natančnega vodenja	Kakor razred A	Ne drži popolnoma	Večje pomanjkljivosti	–	A	A

Najvišje ocene (A) sta traktorja prejela pri oznakah gumbov in pri pedalih. Slika 42 in 43 prikazujeta položaj vodil, ki so vsa dokaj lahko dostopna, a niso v optimalnem gibalnem prostoru (tudi Slika 17, 19 in 30), sile, potrebne za upravljanje s pedali, ročno zavoro in sklopko premične gredi so izven zahtev smernic, zato sta traktorja prejela nižje ocene (C). Položaj ročic in gumbov ni prilagodljiv. Ker traktorja nista opremljena z delovno roko, položaja vodil za upravljanje z njo nismo ocenjevali. Vodila pri novejšem traktorju omogočajo udoben prijem, medtem ko je oblika vodil pri starejšem slabša in manj udobna (Slika 17 in 23). Gumbi pri novejšem traktorju dajejo jasne znake pri vklopu in izklopu, pri starejšem traktorju pa ne. Pri novejšem traktorju so vodila, kjer je potreben hiter odziv, narejena za palec in kazalec, a so nekoliko nerodno nameščena, medtem ko so pri starejšem traktorju prav tako oblikovana za delo z dlanjo, a so zelo slabo nameščena in je otežen hiter odziv (vklop štirikolesnega pogona).

5.7 UPRAVLJANJE STROJA

Preglednica 16: Ocene upravljanja stroja (Gellerstedt in sod., 1999)

Razred A		Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
1.	Stroj ima dovolj sistemske moči in stabilnosti za zanesljivo in enostavno vodenje	Kakor razred A	Nekaj neprimernega	Resno neprimerno	Nesprejemljivo	A	A
2.	* Vodila so logična, s pravim številom funkcij, so priročno nameščena in se premikajo kot je določeno v dodatku 2	Ne povsem	Zmerne pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	Nesprejemljivo	* B	* B
3.	Strojnik lahko enostavno nastavi hitrost, zagonski in zaustavljalni čas funkcij, ki vplivajo na varnost in tempo dela	Ne povsem	Zmerne pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	–	A	A
4.	Posamezne funkcije niso povezane z vodenjem drugih funkcij ali z obremenitvami, ki jih povzročajo	Kakor razred A	Ne povsem	Večje pomanjkljivosti	–	A	A
5.	Na funkcije ne vplivajo zunanje motnje (npr. telefonski ali električni vodi)	Kakor razred A	Kakor razred A	Kakor razred A	Ne drži, zato nesprejemljivo	A	A
6.	Avtomatizirani postopki se prekinajo avtomatično, ko strojnik zapusti kabino in jih mora sam ponovno zagnati	Kakor razred A	Kakor razred A	Kakor razred A	Ne drži, zato nesprejemljivo	/	/

se nadaljuje

nadaljevanje Preglednice 15

Razred A		Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
7.	Strojnik ima popoln nadzor nad avtomatičnimi funkcijami in lahko takoj posreduje	Kakor razred A	Kakor razred A	Kakor razred A	Ne drži, zato nesprejemljivo	/	/
8.	Predviden je opozorilni signal za funkcije, ki delujejo, ko jih strojnik ne vidi	Ne vedno	Zmerne pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	Nesprejemljivo	D	D
9.	Strojnik ima vsaj en strojno voden fiziološki oddih, najmanj 3 s na ciklus dela delovne roke	Samo med dolgimi cikli	Ni oddihov	–	–	/	/
10.	Premik ročice povzroči sorazmeren gib hidravlične roke na njeni poti	Zmerne pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	Resno pomanjkljivo	–	** A	** A
11.	Delovni postopek zahteva le malo upravljanja vodil, ker je zelo avtomatiziran	Zmerne pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	Resno pomanjkljivo	–	/	/
12.	Vodenje delovne roke zahteva le malo premikov vodil, ker so ponavljajoči se gibi delovne roke vojeni samo z enim premikom ročice ali gumba	Ne popolnoma, to je vzporedno vodena ali teleskopska roka	Zmerne pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	–	*** A	*** A

* Namesto vodil za upravljanje delovne roke smo ocenjevali vodila za upravljanje z vitlom, ki pa so drugačna, zato nismo upoštevali dodatka 2 iz smernic.

** Namesto hidravlične roke smo upoštevali vitel, pripet na tritočkovni priklop.

*** Vodenje vitla namesto delovne roke.

V tem poglavju razlik med traktorjema ni. Traktorja imata dovolj systemske moči, enostavno se nastavi hitrost in zagonski ali ustavljalni čas funkcij, ki vplivajo na tempo in varnost dela. Funkcije med seboj niso povezane, na njihovo delovanje ne vplivajo zunanje motnje. Premik ročice pomeni sorazmeren premik vitla, za njegovo vodenje je potrebno

malo premikov vodil. Vodila so logična, a niso priročno nameščena (glej poglavje 5.6), zato sta oba prejela nižjo (B) oceno. Če traktorista ni v bližini traktorja, ni nameščenega nobenega signala, ki bi ga opozarjal na delujoče funkcije. Ker traktorja nimata avtomatiziranih postopkov, zahtev, povezanih z avtomatizacijo, (zahteve 6, 7, 9, 11) nismo ocenjevali.

5.8 INFORMACIJE

Preglednica 17: Ocena informacij v samem stroju (Gellerstedt in sod., 1999)

	Razred A	Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
1.	Strojniki lahko vidi, sliši ali čuti, kar je potrebno za vodenje in stabilnost stroja	Kakor razred A	Kakor razred A	Ne popolnoma	Ne!	A	A
2.	Strojniki lahko vidi, sliši in dojamajo vse svarilne znake pri vsakršnih razmerah	Kakor razred A	Kakor razred A	Ne popolnoma	Ne!	D	D
3.	Pomembne vidne informacije v kabini so v strojnikovem vidnem polju ali blizu njega. Podobne informacije so grupirane skupaj	Kakor razred A	Ne popolnoma	Večje pomanjkljivosti	–	C	C
4.	Uporabljen je pravi medij za posredovanje informacij (zaslon, zvok itd.)	Ne vedno	Zmerne pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	Resno pomanjkljivo	B	B
5.	Zaslони so jasno čitljivi, besedilo, simboli in barve so vidni v vseh svetlobnih razmerah. Jakost svetlobe na zaslonih se da nastaviti	Ne popolnoma	Zmerne pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	–	C	B
6.	Besedilo je dovolj veliko, jedrnato, popolno in hitro dojemljivo	Ne popolnoma	Zmerne pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	–	C	C
7.	Kodirani podatki (znaki) so enostavno razumljivi. Barve imajo običajen pomen	Kakor razred A	Ne popolnoma	Zmerne pomanjkljivosti	–	A	A

se nadaljuje

nadaljevanje Preglednice 16

Razred A		Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
8.	Sestava menija ustreza miselni zvezi, v kateri je uporabljen. Meniji imajo nekaj ravni in so hitro dojemljivi. Imajo standardno obliko, omogočajo uporabo bližnjic in vračanje v glavni meni iz vsake ravni	Ne popolnoma	Zmerne pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	–	/	/
9.	Za kvalificirano odločanje je na razpolago vsebini prilagojena pomoč	Približno in obsežno	Zmerne pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	–	/	/

V traktorju so vse potrebne informacije za nemoteno delo. Informacije so pri obeh traktorjih nekoliko drugačne, zato je pred prvo uporabo treba pregledati strojnikov priročnik ali od proizvajalca zahtevati navodila, kako se traktor uporablja. Traktorist vedno vidi in sliši, kar je potrebno za vodenje in stabilnost stroja, znaki so razumljivi, njihove barve imajo običajem pomen (Slika 21), zato sta prejela najvišji oceni (A). Medij za posredovanje informacij ni vedno najprimernejši, zvok je premalo uporabljan. Slabšo (C) oceno sta dobila, ker so nekatere informacije izven vidnega polja traktorista in je potrebno spreminjanje drže, da se jih opazi. Najslabšo oceno (D) sta prejela, ker se pri nekaterih položajih in držah telesa ne opazijo svarilni znaki (vzratna vožnja, delo zunaj traktorja ...). Ker traktorja nimata vgrajenega računalniškega vodenja, ekrana, avtomatiziranih postopkov za spravilo lesa in vsebinske pomoči, teh zahtev nismo ocenjevali. Edina razlika med traktorjema se je pojavila pri čitljivosti zaslonov, simbolov in barv. Novejši traktor ima bolj pregledno armaturno ploščo, kontrasti so močnejši, besedilo je večje kot pri starejšem, kjer je največja težava bleščanje armaturne plošče in šibke opozorilne lučke.

5.9 ROPOT

Preglednica 18: Rezultati meritev

	Novejši					Starejši				
	Trajanje	LCpeak	LAeq	LAeq	Lkv. kor	Trajanje	LCpeak	LAeq	LAeq	Lkv. kor
	(min)	dB(C)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	(min)	dB(C)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
Prazna vožnja	21,3	124,0	79,5	77,4	78,3	21,2	115,6	79,0	76,8	21,3
Razvlačevanje vrvi	0,9	127,5	88,7	77,5	82,7	2,8	122,5	75,7	70,6	0,9
Vežanje	19,2	125,8	79,9	74,3	76,2	7,8	103,6	70,6	69,4	19,2
Privlačevanje	2,2	122,9	81,1	73,7	76,7	4,0	122,6	78,7	73,8	2,2
Polna vožnja	17,8	124,9	79,1	74,6	76,3	16,4	126,1	80,5	75,6	17,8
Odvezovanje	4,4	121,0	78,0	74,2	76,5	4,6	123,6	77,6	72,4	4,4
Rampanje	3,1	122,2	81,0	75,1	77,5	3,9	118,6	79,2	75,0	3,1
Delavec v traktorju	42,2	124,9	79,5	76,2	77,5	41,5	126,1	79,7	76,2	42,2
Delavec izven traktorja	26,7	127,5	80,7	74,4	76,8	19,2	123,6	75,9	71,6	26,7
* Skupaj (I + 1)	68,9	127,5	80,0	75,6	77,2	60,6	126,1	78,8	75,2	68,9

* Če bi bil strojnik ves čas v traktorju, les pa bi pripenjal in privlačeval dodaten delavec.

Dodatni izračuni:

- delavec dela sam (organizacijska oblika dela I + 0): če delavec dela sam in je LAeq zunaj traktorja 70 dB(A), znaša obremenitev delavca v produktivnem času: novejši traktor - 74,7 dB(A), starejši traktor - 75 dB(A);
- L(EX,8 h): ob upoštevanju neproduktivnega časa, za katerega smo vzeli faktor 1,5, znaša 8-urna obremenitev za oba traktorja 75 dB(A).

Preglednica 19: Ocena ropota (Gellerstedt in sod., 1999)

	Razred A	Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
1.	Ekvivalentna jakost zvoka dB(A) ≤ 65	≤ 70	≤ 75	≤ 85	> 85	C	C
2.	Impulzivna jakost zvoka dB(C) ≤ 80 (LCpeak)	≤ 85	≤ 90	≤ 140	> 140	D	D

Meritve so nam dale precej nepričakovane rezultate, saj je sam ropot v kabini obeh traktorjev enak, in sicer 76,2 dB(A), kar kaže na dokaj slabo ergonomsko prilagojenost obeh traktorjev. Najbolj obremenjujoče delovne faze so pri obeh traktorjih bile prazna in polna vožnja ter rampanje (Preglednica 18). Pri novejšem traktorju je visoka tudi vrednost pri razvlačevanju vrvi 77,5 dB(A), kar pa je posledica odprtih vrat kabine. Traktorist je imel med razvlačevanjem odprta vrata in tako je v kabini prihajalo do odbojev ropota, kar lahko potrdimo z rezultatom starejšega traktorja - 70,6 dB(A) pri razvlačevanju, kjer pa so bila vrata zaprta.

Omeniti velja dejstvo, da med meritvami nismo imeli skoraj nič neproduktivnega časa in da nam ti podatki dajejo malenkostno napačne podatke, ker smo merili in upoštevali le dejanski produktivni delovni čas, kjer je traktorist ves čas v traktorju in izpostavljen ropotu (76,2 dB(A)). V današnjem času se največ uporablja organizacijska oblika dela I + 0, kar pomeni, da traktorist dela sam in zato ni ves čas v traktorju. Glede na to smo naredili dodatne izračune, upoštevajoč delo traktorista zunaj traktorja, za katerega smo vzeli obremenjenost z ropotom 70 dB(A), ter izračun 8-urne obremenitve, kjer smo upoštevali neproduktivni čas s faktorjem 1,5. Dodatna izračuna sta pokazala nižjo obremenjenost, in sicer 74,7 dB(A) za novejši traktor in 75 dB(A) za starejši traktor, ter obremenitev 75 dB(A) za 8-urni delavnik za oba traktorja.

Ekvivalenta jakost ropota je pri obeh traktorjih višja kot zahtevajo smernice razreda A, zato sta prejela traktorja slabši (C) oceni. Impulzivna jakost ropota pa je visoka, zato sta prejela še slabše (D) ocene.

5.10 TRESENJE

Preglednica 20: Rezultati meritev

	Novi					Stari				
	Trajanje	RMS X	RMS Y	RMS Z	RMS VTV	Trajanje	RMS X	RMS Y	RMS Z	RMS VTV
	(min)	(m/s ²)	(m/s ²)	(m/s ²)	(m/s ²)	(min)	(m/s ²)	(m/s ²)	(m/s ²)	(m/s ²)
Prazna vožnja	21,3	0,83	0,73	0,99	1,95	21,2	0,86	0,62	0,99	1,94
Razvlačevanje vrvi	0,9	0,23	0,20	0,27	0,54	2,8	0,25	0,18	0,42	0,71
Vezanje	19,2	0,20	0,23	0,30	0,55	7,8	0,07	0,13	0,05	0,18
Privlačevanje	2,2	0,26	0,25	0,39	0,71	4,0	0,64	0,50	0,70	1,42
Polna vožnja	17,8	0,66	0,66	0,96	1,76	16,4	0,81	0,66	0,78	1,71
Odvezovanje	4,4	0,14	0,17	0,28	0,47	4,6	0,27	0,21	0,44	0,75
Rampanje	3,1	0,95	0,53	0,68	1,72	3,9	0,76	0,43	0,53	1,37
Delavec v traktorju	42,2	0,78	0,68	0,96	1,86	41,5	0,83	0,62	0,88	1,80
Delavec izven traktorja	26,7	0,20	0,22	0,30	0,55	19,2	0,34	0,27	0,42	0,80
* Skupaj (I + 1)	68,9	0,62	0,55	0,77	1,49	60,6	0,71	0,54	0,76	1,56

* Če bi bil strojnik ves čas v traktorju, les pa bi pripenjal in privlačeval dodaten delavec.

Dodatni izračuni:

- delavec dela sam (I + 0): če delavec dela sam, pomeni, da zunaj traktorja nanj ne vpliva nobeno tresenje, zato je potem RMS VTV pri novejšem traktorju 1,45 m/s², pri starejšem pa 1,49 m/s²;
- L(EX,8 h): kot pri ropotu smo tudi tu vzeli faktor neproduktivnega časa 1,5 in dobili da je 8-urna obremenitev s tresenjem za novejši traktor 1,52 m/s², za starejši pa 1,47 m/s².

Preglednica 21: Ocena ropota, (Gellerstedt in sod., 1999)

	Razred A	Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
1.	Tresenje vsega telesa m/s ² ≤ 0,40	≤ 0,57	≤ 0,80	≤ 1,1	> 1,1	0	0
2.	Tresenje rok m/s ² ≤ 1,0	≤ 1,0–1,4	≤ 1,4–2,0	≤ 2,0–2,8	> 2,8	* /	* /

* Nismo izvedli meritev

Kot pri ropotu sta traktorja tudi pri vibracijah imela podobne velikosti obremenitev celotnega telesa, s tem da je imel starejši traktor malenkost nižjo ($1,80 \text{ m/s}^2$) od novejšega, ki je imel obremenjenost $1,86 \text{ m/s}^2$. Tudi tu so bile najbolj obremenjujoče operacije polna in prazna vožnja ter rampanje.

Iz istih razlogov kot pri ropotu smo tudi tu naredili dva dodatna izračuna, ki sta dala drugačne obremenitve. Če traktorist dela v organizacijski obliki I + 0, so vibracije pri novejšem traktorju $1,45 \text{ m/s}^2$ in pri starejšem traktorju $1,49 \text{ m/s}^2$ v produktivnem času. 8-urna obremenitev, upoštevajoč normalno strukturo delovnega časa, znaša $1,52 \text{ m/s}^2$ za novejši traktor in $1,47 \text{ m/s}^2$ za starejši traktor.

Tresenja rok pri traktorjih nismo izvedli, zato tu ni ocene, medtem ko je tresenje vsega telesa pri obeh traktorjih preveliko, za kar sta prejela najslabši možni oceni (0).

5.11 URAVNAVANJE KLIME V KABINI

Preglednica 22: Ocena uravnavanja klime v kabini (Gellerstedt in sod., 1999)

	Razred A	Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
1.	Pozimi je klima v kabini sprejemljiva v vseh vremenskih razmerah	Ni pri zelo nizkih zunanjih temperaturah	Ni pri nizkih zunanjih temperaturah	Samo ob ugodnem vremenu	—	B	A
2.	Poleti je klima v kabini sprejemljiva v vseh vremenskih razmerah	Ni pri zelo visokih zunanjih temperaturah in na soncu	Ne na soncu	Samo ob ugodnem vremenu	—	B	B
3.	Predvidena učinkovita senčila pred močnim sončnim žarčenjem	Kakor razred A	Neustrezna senčila	Senčila niso predvidena	—	C	C
4.	Strojnika ne moti gibanje hladnega zraka in nihanje temperature	Manjše neudobje	Zmerno neudobje	Veliko neudobje	—	C	B
5.	Kabina, opremljena s sistemom za avtomatično uravnavanje klime z individualno prilagodljivimi nastavitvami in uporabniku prijaznim delovanjem	Opremljena z omejenim avtomatičnim sistemom za uravnavanje klime	Enostavno ročno vodenje ogrevanja in prezračevanja	Težavno vodenje ogrevanja in prezračevanja	—	C	C

Poleti, ko so visoke temperature, klimatski napravi v traktorjih ne zmoreta vzdrževati primerne klime v kabini, kar povzroča neprijetno počutje traktorista, zaradi česar traktorja nista dobila najvišje možne ocene. Senčila, ki preprečujejo žarčenje in motnjo vidljivosti, niso najprimernejša, saj so vgrajena senčila na sprednjem vetrobranskem steklu narejena tako, da med uporabo močno zmanjšajo zorni kot. Senčil, ki bi preprečevala bočno žarčenje, ni. Traktorja nista opremljena s klimatsko napravo, ki bi omogočala kakovostno avtomatsko upravljanje, pač pa imata enostavni ventilacijski sistem, zaradi česar sta prejela slabšo oceno (C). Največja razlika med traktorjema se pojavi pozimi, ko novejši traktor vzdržuje primerno klimo v kabini pri vseh vremenskih pogojih, medtem ko pri zelo nizkih temperaturah starejši traktor ne zmore dovolj hitro in dobro ogrevati kabine, zaradi česar je prejel slabšo (B) oceno. Gibanje hladnega ali toplega zraka v starejšem traktorju povzroča večje nelagodje kot pri novejšem, saj traktoristu piha proti glavi.

5.12 PLINI IN PRAŠNI DELCI

Preglednica 23: Ocena plinov in prašnih delcev (Gellerstedt in sod., 1999)

	Razred A	Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
1.	Strojnik ne opazi nobenih izpušnih plinov, prahu ali oljne megle v kabini, tudi če dela v gostih sestojih, prašnih razmerah ali neugodnem vremenu	Opazi izpušne pline, oljno meglo ali prah v težavnih razmerah	Neudobje v neugodnih razmerah	Pogosto neudobje	Mejne vrednosti, presežene pri najmanj eni snovi	A	A
2.	Vrsta in velikost motorja, gorivo ali katalizator so bili optimizirani za zmanjšanje škodljivih snovi na minimum	Manjše pomanjkljivosti	Zmerne pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	–	A	A
3.	Izpušni sistem dobro tesni in izpušna cev je usmerjena stran od dotoka zraka v kabino	Kakor razred A	Kakor razred A	Manjše pomanjkljivosti	–	A	A
4.	Oblikovanost kabine preprečuje vdor izpušnih plinov v kabino	Kakor razred A	Manjše pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	–	A	A
5.	Filter za odstranjevanje prahu, peloda itd. je mogoče vgraditi v dotok zraka v kabino, če je potrebno	Filtriranje prahu	Manjše pomanjkljivosti	Filter ni na razpolago	–	A	A
6.	Kazalec pokaže, kdaj je treba filter zamenjati	Kakor razred A	Ni popolnoma zadovoljivo	–	–	C	C
7.	Katalizator ali filter delcev ima overjeno življenjsko dobo in navodila za vzdrževanje in zamenjavo	Ni povsem zadovoljivo	Nima	–	–	A	A

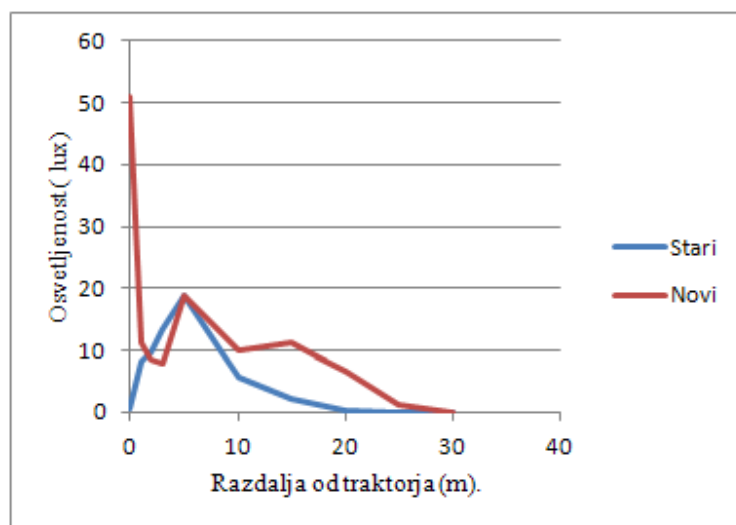
Izpušni sistem je pri obeh traktorjih dobro zatesnjen in obrnjen stran od kabine (Slika 32). Tudi sama kabina je dobro zatesnjena, zato v njej ne opazi nobenih plinov in delcev, oljne meglice ali česar koli drugega ne glede na vreme. Motor in njegovi sestavni deli v času izdelave traktorjev so proizvedeni tako, da proizvajajo minimalno količino škodljivih snovi. Pred ventilacijskim sistemom je vgrajen filter z overjeno življenjsko dobo, ki preprečuje trdnim delcem vdor v kabino, za kar sta traktorja prejela najvišje možne ocene. Največja pomanjkljivost pri izpušnem sistemu pri obeh traktorjih je, da nimata vgrajenega kazalca ali kakršnega koli opozorila, kdaj je filter treba zamenjati. Filter je zato treba redno vizualno pregledovati, zato sta oba dobila slabši (C) oceni.

5.13 OSVETLJENOST

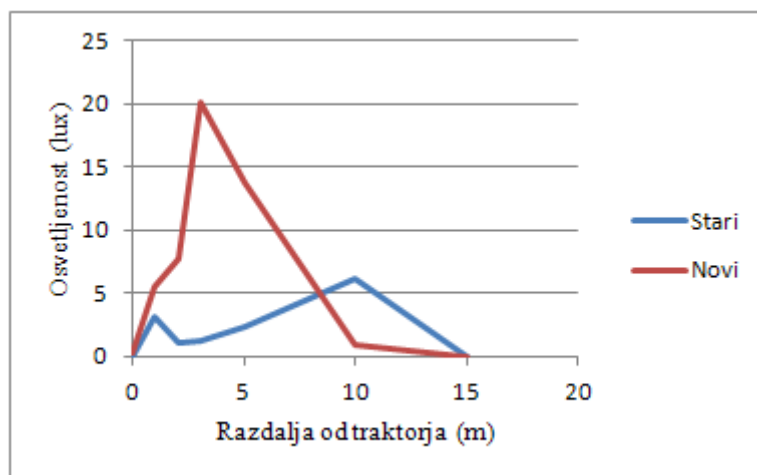
Kot je omenjeno v poglavju 4.2.13.1, smo meritve osvetljenosti prilagodili našima proučevanima traktorjema in njuni opremi, kar pa ni vplivalo na veljavnost meritev.

Preglednica 24: Rezultati meritev osvetljenosti

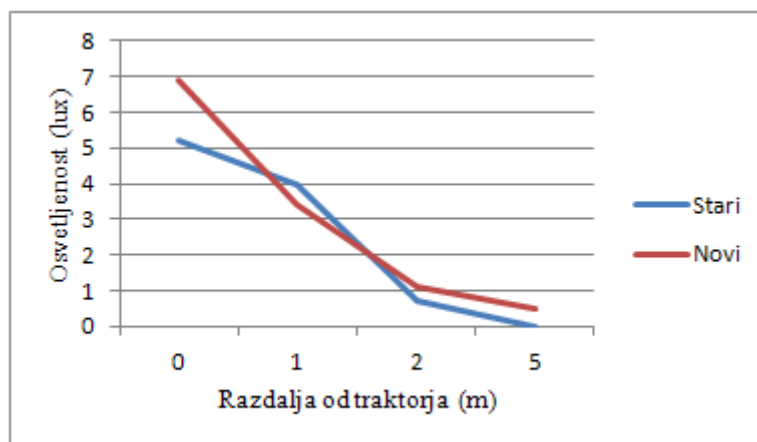
Razdalja od traktorja v m	Enota	Stari	Novi		
Merjenje v smeri vožnje naprej					
0	lux	0,54	51,02		
1	lux	8,25	11,41		
2	lux	9,74	8,52		
3	lux	13,37	7,75		
5	lux	18,70	18,70		
10	lux	5,46	10,11		
15	lux	2,15	11,13		
20	lux	0,31	6,46		
25	lux	0	1,33		
30	lux	0	0		
Merjenje nazaj					
0	lux	0	0,30		
1	lux	3,15	5,59		
2	lux	1,05	7,79		
3	lux	1,23	20,10		
5	lux	2,41	13,72		
10	lux	6,2	0,92		
15	lux	0	0		
Merjenje bočno					
		Levo	Desno	Levo	Desno
0	lux	0	0	0	0
1	lux	0	0	0,21	0,20
2	lux	0	0	0	0
3	lux	0	0	0	0
Merjenje po kotom 45° naprej					
		Levo	Desno	Levo	Desno
0	lux	5,24	5,22	6,89	7,0
1	lux	4,0	3,98	3,42	3,37
2	lux	0,70	0,75	1,12	1,18
5	lux	0	0	0,47	0,46



Slika 44: Osvetljenost spredaj



Slika 45: Osvetljenost zadaj



Slika 46: Osvetljenost pod kotom 45°

Preglednica 25: Ocene osvetljenosti (Gellerstedt in sod., 1999)

	Razred A	Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
1.	Največje razmerje med najvišjo/najnižjo osvetljenostjo v luxih med območji delovne glave, delovne roke in obrobjem je 10 : 4 : 1	Največ 15 : 5 : 1	Največ 12 : 1 : 0,1	Največ 10 : 1 : —	Zaslepljenost naredi delo nevarno	*	*
						/	/
2.	Osvetljenost po območjih je najmanj 120 : 60 : 15 lux	Najmanj 100 : 40 : 10	Najmanj 80 : 30 : 5	Vsaj 10 lux v delovnem območju	Neprimerna osvetljenost naredi delo nevarno	*	*
						/	/
3.	Osvetljenost za vožnjo je vsaj 10 lux na razdalji 20 m v smeri premikanja vozila	Najmanj 8 lux	Najmanj 5 lux	Najmanj 2 lux	Pod 2 lux	0	C
4.	Temperatura barve splošne osvetljenosti je nad 4000 K	Najmanj 3000 K	Najmanj 3000 K	—	—	** A	** A

* Ker nismo merili osvetljenosti po območjih, ne moremo podati teh dveh ocen

** vir podatka (Halogenske žarnice..., 2013)

Svetila na obeh traktorjih proizvajajo svetlobo s temperaturo barve nad 4000 K, za kar sta prejela najvišjo možno oceno. Ker osvetljenosti nismo merili po delovnih območjih, te zahteve (zahteva 2) nismo ocenjevali. Osvetljenost za vožnjo ponoči pri novejšem traktorju ustreza zahtevam ocene C, medtem ko je pri starejšem ergonomsko neustrezna in ne omogoča varnega dela ponoči, za kar je dobil starejši traktor najslabšo možno oceno (0).

5.14 NAVODILA IN URJENJE

Preglednica 26: Ocena navodil in urjenja (Gellerstedt in sod., 1999)

	Razred A	Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
1.	Vsebina strojnikovega priročnika zadovoljuje zahteve tega priročnika (smernic)	Kakor razred A	Manjše razlike	Večje razlike	Nesprejemljive razlike	A	A
2.	Oblikovanje strojnikovega priročnika zadovoljuje zahteve tega priročnika	Kakor razred A	Manjše razlike	Večje razlike	—	C	A
3.	Strojnik ima poseben prostor za shranjevanje navodil in spiska sestavnih delov	Manjše razlike	Neprimeren prostor za shranjevanje	Ni prostora za shranjevanje	—	D	D
4.	Primerna navodila in praktično urjenje pri dobavi stroja	Kakor razred A	Ne povsem primerno	Neprimerno	Nesprejemljivo	C	C
5.	Možnost spremljanja, dodatnega urjenja in posvetovanja	Kakor razred A	Nekaj omejitev	Zelo omejeno	—	A	A
6.	Vse pomembne informacije in opozorilni znaki so zagotovljeni in stalno pritrjeni na stroj	Kakor razred A	Kakor razred A	Kakor razred A	Ni jih	A	A

Priročnik zadovoljuje zahteve smernic, pomembne informacije in znaki so zagotovljeni in stalno pritrjeni na traktor. Navodila pri nabavi in dobavi stroja niso najprimernejša, saj dobavitelji ne nudijo praktičnega urjenja in usposabljanja za kupce, zato sta traktorja prejela slabši (C) oceni. Največja pomanjkljivost pri obeh je, da v kabini ni primernega prostora za shranjevanje priročnika. Priročnik novejšega traktorja je primerno oblikovan, medtem ko slovenski prevod priročnika pri starejšem traktorju ne vsebuje slik, pač pa je treba imeti poleg še originalna navodila v češkem jeziku. Zato je starejši traktor za oblikovanje priročnika dobil slabšo (C) oceno.

5.15 VZDRŽEVANJE

Preglednica 27: Ocene vzdrževanja (Gellerstedt in sod., 1999)

	Razred A	Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
1.	Preglednica odkrivanja napak je jasna in razumljiva	Nekaj hib	Slabo	Preglednice ni	—	B	A
2.	Naprave za hitro in varno izklapljanje oz. vklapljanje virov energije in za sprostitve nakopičene energije pri delu so v opremi stroja	Kakor razred A	Kakor razred A	Varno, vendar ne tako hitro	Nevarno	D	A
3.	Če mora stroj pri odkrivanju napak delovati, je opremljen z varovali pred dotiki gibljivih delov	Kakor razred A	Kakor razred A	Kakor razred A	Ni varoval	A	A
4.	Stroj je opremljen s potrebnim orodjem, ki je spravljeno v toplem prostoru, vendar ne prosto po kabini	Kakor razred A	Manjše pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	Nevarno	A	A
5.	Prekuceljiva kabina, varovalni pokrovi itd. so varno avtomatsko zagazdeni, ko so odprti	Kakor razred A	Varno ročno zagazdeni	Nekaj pomanjkljivosti	Nevarno	C	C
6.	Stroj je opremljen oziroma ima ne zdrsljive stopnice, lestve, podeste itd.	Kakor razred A	Manjše pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	Nevarno	C	C
7.	Običajne naloge zahtevajo uporabo sile < 50 N	< 60 N	< 120 N	Mnogo previsoke	—	C	C
8.	Običajne naloge lahko opravimo s silo dviganja < 200 N	< 300 N	< 400 N	< 500 N	> 500 N	A	A
9.	Primerne naprave za dvigovanje in pritrditev so predvidene	Nekaj pomanjkljivosti	Večje pomanjkljivosti	Ni naprav	—	A	A
10.	Premična pomožna oprema za osvetlitev	Kakor razred A	Predvidena, vendar ne povsem zadovoljiva	Ni opreme	—	D	D
11.	Stroj lahko uporablja okolju prijazna goriva, olje in maziva	Ne izključno	Samo do omejenega obsega	Do zelo omejenega obsega	—	* C	* C
Ocenitev primernosti, kadar ni na voljo indeksa vzdrževanja							
12.	Dana so navodila, katere naloge lahko opravimo z enega mesta na stroju	Nepopolno	Ni navodil	—	—	A	A

se nadaljuje

nadaljevanje Preglednice 27

	Razred A	Razred B	Razred C	Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
13.	Običajno vzdrževanje lahko opravimo s tal ali v prikladnem položaju	Na stroju in v prikladnem ter varnem položaju	Na stroju, vendar se je treba iztegovati	Samo v omejenem obsegu	Ergonoms ko nesprejemljivo	B	B
14.	Vsi pomembni sestavni deli, ki potrebujejo pogosto pozornost, so lahko dosegljivi in enostavno zamenljivi	Ne povsem	Samo do omejenega obsega	Samo do omejenega obsega	—	B	B
15.	Ščitnike, nadzorne plošče itd. lahko odpremo/dvignemo brez orodij (lahko so zaklenjeni) in ostanejo zagozdeni	Ne povsem	Samo do omejenega obsega	Samo do omejenega obsega	—	B	B
16.	Ravnanje in polnjenje z gorivom, oljem in pesticidi je mogoče opraviti z lahkoto in brez prelivanja	Kakor razred A	Ne povsem	Samo do omejenega obsega	Ergonoms ko nesprejemljivo	A	A

* Glej navodila za uporabo za traktorje Zetor.

Oba traktorja sta opremljena z varovali, ki ščitijo delavce pred gibljivimi deli pri vzdrževalnih delih. Orodje, ki je potrebno za osnovno vzdrževanje, je shranjeno v kabini. Sila, potrebna za dvigovanje, je primerna. V navodilih za delo so primerno opisani postopki in mesta za najlažje vzdrževanje. Odprtine za dolivanje goriva, olj in hladilne tekočine so lahko dostopne, za kar sta traktorja prejela najvišje ocene. Osnovno vzdrževanje se pri obeh lahko in varno opravi s tal ali s stroja. Pri obeh traktorjih sta nekoliko slabše dosegljiva filtra za gorivo in motorno olje. Sprednje maske pri obeh traktorjih niso v celoti snemljive, kar včasih predstavlja manjšo oviro pri delu. Pri novejšem traktorju ni možnosti zagozditve, pač pa je pokrov motorjev treba sneti, kar pomeni, da sta traktorja za to prejela slabše (B) ocene. Kabini je treba ročno zagozditi, da ostaneta odprti. V slabem vremenu se na stopnicah lahko nabirata nesnaga in led (glej poglavje 5. 1 Dostopnost kabine – vstopanje in izstopanje). Potrebna sila za vzdrževanje je nekoliko previsoka. Oba traktorja lahko uporabljata bio dizel, medtem ko se alternativna olja lahko uporabljajo, vendar v omejenem obsegu. Dovoljena olja so vpisana v navodilih za delo, kar za traktorja pomeni nižjo (C) oceno. Za vzdrževanje ni predvidene nobene pomožne osvetlitve, kar se pogreša v slabem vremenu, mraku in pri vzdrževanju težje

dostopnih delov. Preglednica za odkrivanje napak pri starejšem traktorju je nekoliko težje razumljiva kot pri novejšem, za kar je dobil slabšo oceno (B) od novejšega. Največja razlika med traktorjema se pojavi pri varnem in hitrem izklapljanju traktorjev. Novejši ima gumb za ustavitev, medtem ko je pri starejšem traktorju treba zapreti ročni plin, ki je potreben za delovanje stroja. To je sicer varno, vendar ne tako hitro kot pri novejšem traktorju, zato je starejši traktor dobil slabšo (D) oceno.

5.16 ZAVORE IN STROJNIKOVA VARNOST

Preglednica 28: Ocena zavor in strojnikove varnosti (Gellerstedt in sod., 1999)

Razredi A, B ali C		Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
1.	Stroj ima dve neodvisni vodili za delovno in zasilno zavoro	Kakor razred A	Vodili nista neodvisni	A	A
2.	Stroj je mogoče zaustaviti na naklonu najmanj 50 % in zavore je mogoče brez težav uporabiti v nujnem primeru neodvisno od pogona. Zavore povzročajo zmanjšanje pospeška najmanj 4,5 m/s ² in izpolnjujejo zahteve ISO 11169 pri kolesnih vozilih in ISO 11512 pri goseničnih strojih	Zmogljivost zavor izpolnjuje samo zahteve ISO 11169 ali ISO 11512	Zmogljivost zavor, ne izpolnjuje zahtev ISO 11169 niti ISO 11512	* A	* A
3.	Zavore so zanesljive. Če je vključena nožna zavora, stroja ni mogoče premakniti, če to poizkusimo v najnižji prestavi	Ni povsem skladno, vendar jih je mogoče uporabiti v določenih razmerah	Zahtev ne zadovoljuje dobro	A	A
4.	Stroj nima ostrih vogalov in robov	Ni povsem skladno, vendar jih je mogoče uporabiti v določenih pogojih	Zahtev ne zadovoljuje dobro	D	A
5.	Kolesa, verige in gosenice zagotavljajo dobro vlečno silo	Nekaj pomanjkljivosti, vendar ga je mogoče uporabiti pod določenimi pogoji	Zahtev ne zadovoljuje dobro	A	A
6.	Niti stroj niti sestavni deli se ne morejo premakniti sami od sebe	Kakor razred A	Zahtev ne zadovoljuje	A	A
7.	Hidravlično roko je mogoče med parkiranjem imobilizirati	Kakor razred A	Zahtev ne zadovoljuje	** A	** A
8.	Vsi gibljivi deli, prenosni itd. so opremljeni s ščitniki	Kakor razred A	Zahtev ne zadovoljuje	A	A
9.	Primerna, zanesljiva in učinkovita oprema za gašenje je predvidena	Kakor razred A	Zahtev ne zadovoljuje	0	0
10.	Akumulator je nameščen na primernem mestu in pritrjen tako, da ne more poškodovati strojnika, če bi se npr. stroj prevračal	Kakor razred A	Zahtev ne zadovoljuje	A	A

se nadaljuje

nadaljevanje Preglednice 28

Razredi A, B ali C		Razred D	Razred 0	Starejši	Novejši
11.	Primerno ščitenje vse elektronske opreme	Kakor razred A	Zahtev ne zadovoljuje	A	A
12.	Gumb/naprava za zaustavitev v sili, oddajnik znaka SOS ali drug sistem za obveščanje v sili je predviden, kadar strojnik dela zunaj kabine	Kakor razred A	Zahtev ne zadovoljuje	0	0

* Ocena se nanaša le na zaustavljanje stroja na 50 % naklonu, saj meritev glede zmanjšanja pospeška in ISO standardov nismo izvedli.

** Ocenjevali smo imobilizacijo vitla, pripetega na tritočkovni priklop.

Traktorja imata dve neodvisni vodili za zaviranje za levo in desno pogonsko kolo ter ročno zavoro, katere so zanesljive in so sposobne stroj zaustaviti in obdržati na mestu na 50 % naklonu. Kolesa zagotavljajo dobro vlečno silo, v primeru slabših delovnih pogojev (sneg, led, blato) obstaja možnost namestitve verig. Vitel je možno med odmorom imobilizirati, če je aktivirana nožna ali ročna zavora, se stroj ne more premakniti sam od sebe. Vsi gibljivi deli, elektronska oprema in akumulator so primerno nameščeni in zaščiteni. Opreme za gašenje in gumba za zaustavitev v sili pa traktorja nimata nameščenega, za kar sta dobila najslabšo možno oceno (0), saj zahtev smernic ne zadovoljujeta. Razlika med njima se je pojavila le pri sami obliki, saj ima novejši traktor bolj okroglo obliko brez vogalov in robov, medtem ko je starejši bolj robusten in ima ostrejša robove.

5.17 ERGONOMSKI PROFIL

V uporabljenih ergonomskih smernicah je predvideno, da se primernost strojev za delo v gozdu oceni s pomočjo ergonomskega profila, kjer pa se po poglavjih zabeleži samo najslabša ocena znotraj poglavja. Ker smo želeli za vsak traktor prikazati poleg slabih tudi dobre lastnosti, v nadaljevanju prikazujemo vse ocene po poglavjih. V profilih smo izpustili neocenjene zahteve.

Preglednica 29: Ergonomski profil starejšega traktorja

Poglavje	Razred										
	Skupaj	A		B		C		D		0	
	Št.	Št.	%	Št.	%	Št.	%	Št.	%	Št.	%
Dostopnost kabine - vstopanje in izstopanje	9	3	33	1	11	3	33	2	22	0	0
Drža med delom	7	0	0	3	43	1	14	3	43	0	0
Kabina	6	2	33	1	17	1	17	2	33	0	0
Vidljivost	5	1	20	3	60	1	20	0	0	0	0
Strojnikov sedež	10	3	30	0	0	5	50	2	20	0	0
Vodila	8	2	25	0	0	3	38	3	38	0	0
Upravljanje stroja	9	6	67	1	11	1	11	1	11	0	0
Informacije	7	2	29	1	14	3	43	1	14	0	0
Ropot	2	0	0	0	0	1	50	1	50	0	0
Tresenje	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100
Uravnavanje klime v kabini	5	0	0	2	40	3	60	0	0	0	0
Plini in prašni delci	7	6	86	0	0	1	14	0	0	0	0
Osvetljenost	2	1	50	0	0	0	0	0	0	1	50
Navodila in urjenje	6	3	50	0	0	2	33	1	17	0	0
Vzdrževanje	16	6	38	4	25	4	25	2	13	0	0
Zavore in strojniki varnost	12	9	75	0	0	0	0	1	8	2	17
Skupaj	112	44	39	16	14	29	26	19	17	4	4

Preglednica 30: Ergonomski profil novejšega traktorja

Poglavje	Razred										
	Skupaj	A		B		C		D		0	
	Št.	Št.	%	Št.	%	Št.	%	Št.	%	Št.	%
Dostopnost kabine - vstopanje in izstopanje	9	4	44	2	22	3	33	0	0	0	0
Drža med delom	7	0	0	3	43	2	29	2	29	0	0
Kabina	6	3	50	0	0	1	17	2	33	0	0
Vidljivost	5	1	20	3	60	1	20	0	0	0	0
Strojnikov sedež	12	4	33	1	8	5	42	2	17	0	0
Vodila	8	4	50	1	13	2	25	1	13	0	0
Upravljanje stroja	9	6	67	1	11	1	11	1	11	0	0
Informacije	7	2	29	2	29	2	29	1	14	0	0
Ropot	2	0	0	0	0	1	50	1	50	0	0
Tresenje	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100
Uravnavanje klime v kabini	5	1	20	2	40	2	40	0	0	0	0
Plini in prašni delci	7	6	86	0	0	1	14	0	0	0	0
Osvetljenost	2	1	50	0	0	1	50	0	0	0	0
Navodila in urjenje	6	4	67	0	0	1	17	1	17	0	0
Vzdrževanje	16	8	50	3	19	4	25	1	6	0	0
Zavore in strojniki varnost	12	10	83	0	0	0	0	0	0	2	17
Skupaj	114	54	47	18	16	27	24	12	11	3	3

Ergonomski profil nam prikazuje splošni pregled nad značilnostmi stroja in nam je v pomoč pri sami odločitvi o primernosti stroja za določeno delo. Delež ocen, ki predstavljajo popolno skladnost (razred A) z zahtevami, je pri obeh traktorjih najvišji, vendar le pri novejšem preseže 50 % vseh ocen. Nasprotno je delež ocen 0, kar velja za ergonomsko nesprejemljivo ali nevarno, zelo malo, vendar je njihov pomen neprimerno večji. Pri upoštevanju smernic tako kljub relativno dobrim traktorjem, le-teh ne bi smeli uporabljati za delo v gozdu, dokler se ne zmanjšajo obremenitve delavca s tresenjem, priskrbi oprema za gašenje, priskrbi naprava za takojšnjo izključitev stroja in oddajnik znaka SOS, kadar delavec dela izven stroja. Dodatno je pri starejšem traktorju treba poskrbeti za boljšo osvetljenost poti v smeri vožnje.

6 RAZPRAVA

Človek vedno opravlja delo ob skupku vplivov, ki od zunaj delujejo nanj, na njegovo delovno zmogljivost in pripravljenost za delo (Lipoglavšek in Kumer, 1998). Obremenitve, ki jim je delavec izpostavljen na delovnem mestu, izzovejo v organizmu odgovor. Težavnost dela traktorista je odvisna od številnih dejavnikov, kot so njegova zmogljivost, starost, okolje in uporabljeno delovno sredstvo (Žunič, 2010). Zato je za čim boljši odgovor telesa na obremenitve zelo pomembno, kako sodobno, izpopolnjeno in ergonomsko primerno je naše delovno sredstvo.

Ergonomske smernice so bile narejene za vse gozdarske stroje, predvsem pa za zgibne polprikolice in stroje za sečnjo. Za namen diplomskega dela smo zato morali nekatere zahteve preoblikovati, nekatere pa izpustiti. Kljub temu pa smo z njimi pridobili podroben vpogled v ergonomsko primernost obeh proučevanih traktorjev ter v trend tehnološkega razvoja.

Oba proučevana traktorja sta zaradi preobremenitve delavca s tresenjem, neprimerne požarne zaščite, pomanjkljive opreme za izključitev stroja ter opozorilnih znakov v primeru nezgode izven kabine neprimerna in nevarna za delo v gozdu. Poleg naštetega osvetlitev pri starejšem traktorju ne omogoča vožnje ponoči. Naštete pomanjkljivosti strojev lahko odstranimo z organizacijskimi ukrepi, dodatnimi deli in opremo ter zamenjavo opreme. Tako zaradi preobremenitve delavca s tresenjem omejimo delo na vsaj 4,5 oz. 4,2 uri dnevno ter tako zmanjšamo dnevne obremenitve na $1,1 \text{ m/s}^2$, kar bi oba traktorja glede na zahteve uvrstilo v razred D. Druga, manj omejujoča ukrepa bi bila zmanjšanje hitrosti polne in prazne vožnje in/ali pa izboljšanje stanja gozdne vlake. Izključitev stroja ter vključitev opozorilnega signala pri delu izven stroja bi bilo mogoče urediti z dodatno opremo na daljinsko vodenem vitlu. Z organizacijskim ukrepom, da bi pri zbiranju lesa sodeloval pomočnik, ne bi dosegli želenega učinka, saj bi s tem povečali obremenitve delavca s tresenjem in ropotom. V oba traktorja je treba namestiti gasilni aparat, da lahko v primeru vžiga zavarujemo zdravje in življenje delavca, delovno sredstvo in naravo. Osvetlitev na starejšem traktorju je mogoče izboljšati z zamenjavo luči in žarnic.

Tudi druge zahteve, ki smo jih ocenjevali, je mogoče izboljšati z različnimi ukrepi. Nekatere le s konstrukcijskimi spremembami, kot je zagotovitev primerne prostora za

prvo pomoč, osebne predmete ter priročnik, sprememba rame stopnic za boljši dostop ter premestitev nekaterih delov na vidnejša mesta pri starejšem traktorju, nekatere z zamenjavo, boljše klimatske razmere bi lahko zagotovili z menjavo klima naprave, senčila zamenjamo s primernejšimi ter jih dodamo še na bočna okna. Zamenjava obstoječih sedežev z boljšimi bi izboljšala držo telesa ter omogočila lažje delo in nastavitve različnim traktoristom. Priporočljiva je namestitev dodatne opreme, kot je oprema za čiščenje dežja in umazanije s stranskih oken, namestitev zvočnih opozoril pri vklapljanju in izklapljanju različnih vodil. Proizvajalcu pa bi svetovali, naj pri oblikovanju novejših traktorjev namesti večjo in višjo kabino z večjo vstopno odprtino, večjim prostorom za noge, boljšo zvočno izolacijo ter namestitev strešnega okna (Slika 3), ki bi izboljšalo zorni kot, kot so že preizkusili nekateri drugi proizvajalci (Lindner Slovenija, 2014).

Vsi rezultati ergonomske primernosti veljajo predvsem za profesionalne, kar pomeni vsakodnevno uporabo traktorjev za delo v gozdu. Če oba traktorja uporabljamo le občasno, se pomen posameznih zahtev in ocen lahko spremeni. Ker obremenitev s tresenjem pri občasnem delu ni tako velika, da bi povzročila takojšnje poškodbe, v primeru občasne uporabe ni dejavnik, ki bi omejeval delo s takšnim delovnim sredstvom. Povsem drugače je z ostalimi ergonomske nesprejemljivimi in nevarnimi pomanjkljivostmi, kjer se njihov pomen z občasnim delom ne zmanjša, morda celo poveča. Tako je lahko pomen izključitev stroja ter vključitev opozorilnega signala v primeru nezgode pri delu neprofesionalnih delavcev celo večji, saj je dokazano, da imajo pri delu v gozdu več nezgod kot profesionalni delavci (Medved, 1999).

Na podlagi rezultatov lahko zaključimo, da je novejši traktor ergonomske sprejemljivejši od starejšega, če upoštevamo predvsem boljše ocene. To pomeni, da tehnološki razvoj prinaša ergonomske primernejše delovne stroje, kar sta ugotovila tudi Černe (1996) in Avsenik (1999). Kljub tehnološkemu razvoju pa nekatere ergonomske zahteve ostajajo neizpolnjene in spregledane, ki se v končni oceni odrazijo v ergonomske nesprejemljivem in nevarnem delovnem sredstvu.

7 SKLEPI

V diplomskem delu smo postavili tri hipoteze. Prvo hipotezo, da oba traktorja ustrezata ergonomskim smernicam in sta primerna za delo v gozdu, lahko zavrnamo. Rezultati so namreč pokazali, da noben ni ergonomsko primeren za delo v gozdu. Drugo hipotezo, da je novejši traktor ergonomsko ustrežnejši od starejšega predvsem v dostopnosti kabine, drži med delom in dušenju ropota v kabini ter dušenju tresljajev, lahko delno zavrnamo ter delno potrdimo. Ugotovili smo namreč, da je ergonomska prilagojenost glede na ergonomske profil pri novejšem traktorju boljša. Tudi pri dostopnosti kabine ter drži med delom je tako, medtem ko razlik pri dušenju ropota in tresljajev ni ter tako ne moremo potrditi in dokazati napredka pri teh dveh poglavjih. Zadnjo, tretjo hipotezo, v kateri smo trdili, da imata oba traktorja tehnološke pomanjkljivosti za delo v gozdu, lahko potrdimo. Traktorja sta primarno izdelana za poljedelstvo, za varno delo v gozdu jima poleg boljših ocen manjka tudi gozdarska nadgradnja. Varnost pri prevrnitvi ali udarcih drevja in vej je z gozdarsko nadgradnjo bistveno večja. Sprednja naletna deska močno olajša delovno držo, saj je traktorist pri rampanju obrnjen naprej in se mu ni treba predstavljati v neudobne in zdravju škodljive položaje.

Delo v gozdu s testiranima traktorjema odsvetujemo, dokler se ne odpravi največjih pomanjkljivosti. Če pa se bosta za spravilo lesa traktorja vseeno uporabljala, naj bo uporaba čim krajša, hitrost dela nizka s pogostimi odmori, delo naj poteka v ugodnih delovnih razmerah.

8 POVZETEK

V diplomskem delu smo proučili ergonomske prilagojenosti dveh kmetijskih traktorjev za njuno uporabo v gozdarstvu. Proučili smo različno stara traktorja znamke Zetor ter njuno prilagojenost za delo v gozdarstvu ocenili na podlagi Ergonomskih smernic za gozdarske stroje.

Ocenjevali smo jih v šestnajstih poglavjih oz. smernicah, ki zajemajo vse vidike, ki ergonomske vplivajo na traktorista od same kabine in njene dostopnosti do vibracij, ropota in zavor. Pri vsakem poglavju posebej smo naredili potrebne meritve ali presojo ustreznosti ter na podlagi teh podali ocene za posamezne smernice. V ergonomskem profilu smo združili ocene vseh poglavij ter tako dobili primerjavo po posameznih razredih, ocenah itd.

Naša raziskava je pokazala, da proučevana traktorja v sedanjem stanju nista primerna za delo v gozdarstvu, saj imata previsoke obremenitve delavca s tresenjem, neprimerno požarno zaščito, pomanjkljivo opremo za izključitev stroja ter opozorilnih znakov v primeru nezgode izven kabine. Pri starejšem traktorju pa je poleg naštetega preslaba osvetlitev delovnega prostora.

Novejši traktor je ergonomsko ustrežnejši od starejšega, kar nam pokaže primerjava ergonomskih profilov. Tehnološki razvoj omogoča varnejše in predvsem zdravju primernejše stroje.

Uporabo traktorjev v sedanjem stanju odsvetujemo, dokler se ne odpravi največjih pomanjkljivosti, če pa se teh ne bo odpravilo, priporočamo uporabo traktorjev v omejenem delovnem času in ugodnih delovnih razmerah.

9 VIRI

A handbook for workplaces, Safe use of tractors with attachments. 2009. Western Australia, Department of Commerce.

http://www.commerce.wa.gov.au/worksafe/PDFGuides/Safe_use_of_tractors_with_attachmen.pdf. (25. 9. 2013)

Avsenik M. 1999. Primernost traktorja Massey Ferguson 375-4WD za delo v gozdu: diplomska naloga. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 55 str.

Bottoms D.J., Barber T.S. 1978. A swivelling seat to improve tractor drivers' posture. *Applied Ergonomics*, 9, 2: 77-84

Cohen J. 1985. L'aménagement de l'accès au poste de conduite pour le chauffeur poids lourds. *Travail & sécurité*, 99: 5–20.

Černe B. 1996. Tehnične in ergonomske značilnosti traktorja Zetor 6340: diplomska naloga. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 53 str.

Deisienger J. 2000. Immersive Ergonomic Analyses of Console Elements in Tractor Cabin. Fraunhofer Institute for industrial Engineering, Nobelstr.12 D-70569 Stuttgart, John Deere Werke Mannheim, Windeckstr. 90 D-68163 Mannheim, Germany.
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.17.8432&rep=rep1&type=pdf>. (6. 9. 2013)

Direktiva 2006/42/ES Evropskega parlamenta in sveta o strojih in spremembah Direktive 95/15/ ES.
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0024:0086:sl:PDF>. (9. 9. 2013)

Dolenšek M., Paar J. 2006. Pet vsestranskih – primerjalni test traktorjev. *Kmetovalec*, 3:

Donati P. 2002. Survey of technical preventative measures to reduce whole-body vibration effects when designing mobile machinery. *Journal of Sound and Vibration*, 253,1: 169-183.

Drakopulous D., Mann D.D. 2007. AN ergonomics analysis of the controls present in a tractor workstation. Department of Biosystems Engineering, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba R3T 5V6, Canada.

<http://engrwww.usask.ca/oldsite/societies/csae/protectedpapers/c0617.pdf>.

(12.10.2013)

Fathallah F., Cotnam J, 2000, Maximum forces sustained during various methods of exiting commercial tractors, trailers and trucks. *Applied Ergonomics* 31, 25-33

Gellersted S. in sod. (ur.). 1999. Ergonomske smernice za gozdarske stroje. Žumer Ž. (ur. slovenskega prevoda). Ljubljana: 85 str. Prevod dela: Frumerie G. (ur.) 1999. *Ergonomic guidelines for forest machines*. SkogForsk. Uppsala: 85 str.

Gerečnik A. 2000. Socialnoekonomske značilnosti lastnikov zasebnih gozdov in njihova opremljenost za proizvodnjo lesa: diplomska naloga. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 55 str.

Halogenske žarnice XenonWhite H4 in H2 100W 12V

http://www.facelift.si/index.php?page=shop.product_details&category_id=166&flypage=flypage.tpl&product_id=1113&option=com_virtuemart&Itemid=159&vmcchk=1&Itemid=159 (19. 12. 2013)

Lindner Slovenija, 2014

http://lindner.si/images/brosure/geotrak_94_a4.pdf (19. 12. 2013)

Lipoglavšek M. 1981. Obremenitev delavcev z ropotom pri spravilu lesa. *Gozdarski vestnik*, 39, 10: 425 - 433

Lipoglavšek M., Koren I. 1982. Ergonomske značilnosti traktorja IMT – 560 za spravilo lesa. *Gozdarski vestnik*, 40, 6: 241 - 253

Lipoglavšek M., Kumer P. 1998. Humanizacija dela v gozdarstvu. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 214 str.

Marenče J. 1997. Izbor in gospodarnost prilagojenih tehnologij pridobivanja gozdnih lesnih sortimentov v zasebnih gozdovih: magistrska naloga. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 141 str.

Medved M. 1991. Vključevanje lastnikov gozdov v gozdno proizvodnjo. Magistrska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 227 str.

Medved M. 1999. Nezgode in tveganje pri poklicnem in nepoklicnem delu v gozdu. V: Zbornik posvetovanja Varnost in zdravje pri gozdnem delu. Medved M. (ur.). Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenija: 57 – 68.

Mehta C., Tewari V. 2002. Vibrational characteristics of tractor seat cushion materials and ride comfort. *Journal of Low Frequency Noise Vibration and Active Control* 21, 2:77-85.

Moj forum.si

https://www.google.si/search?q=slike+traktorjev&rlz=1C1TGIB_enSI521SI521&es_sm=93&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=1kwT (20. 12. 2013)

Monarca D. 2011. Anthropometric Compatibility of Driver`s Post on Agricultural Tractor Cabs: a Survey on Medium-High power Tractors. V: Efficient and safe production processes in sustainable agriculture and forestry: XXXIV CIOSTA CIGR V Conference 2011.

http://www.nas.boku.ac.at/fileadmin/_/H93/H931/CIOSTA_Presentations/MONARCA.pdf (9.9.3013)

Patenaude S., Marchant D., Samperi S., Belanger M. 2001. The effect of the descent technique and truck cabin layout on the landing impact forces. *Applied ergonomics*, 32: 573-582

Perkiö-Mäkelä M., Riihimäki H. 1997. Intervention on seat adjustment among drivers of forest tractors. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19: 231-237

Poročilo ZGS o gozdovih za leto 2011.

http://www.zgs.gov.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA_POROCILA/2011_o_gozdovih.pdf. 15. 2. 2013

Potočnik I. 2009. *Ergonomija – študijsko gradivo*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Pravilnik o minimalnih pogojih, ki jih morajo izpolnjevati izvajalci del v gozdovih. Ur. l. RS št. 35/1994

Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. Ur. l. RS št. 17/2006

Pravilnik o varnosti strojev, priloga 1. Ur. l. RS št. 75/2008

Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti vibracijam pri delu. Ur. l. RS št. 94/2005

Ružić D. 2011. Agricultural tractor cab characteristics relevant for microclimatic conditions. University of Novi Sad, Faculty of technical Science. *Journal of Applied Engineering Science*, 198: 323 – 330.

Sandover J. 1998. The fatigue approach to vibration and health: is it a practical and viable way of predicting the effect on people. *Journal of Sound and Vibration*, 215: 699-721.

Schultz H. 1997. Sicht nach außen und innen. Forst& Technik, 7: 20-21

SkogForsk 1999. Ergonomske smernice za gozdarske stroje.

Uniforest, 2014

<http://www.uniforest.si>. 4. 10. 2013

Vik T., Veiersted B. 2005. Social conditions, safety and health of forest machine operators. Scientific reviews of ergonomic situation in mechanized forest operations: 12-34

Winkler I. 1997. Organizacija gozdarskih del. Ljubljana, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 265 str.

Zakon o gozdovih. Ur. l. RS št. 30/1993

Zakon o varnosti in zdravju pri delu Ur. l. RS, št. 43/2011

Zetor: priročnik z navodili: traktorji tip 3320, 3340, 4320, 4340, 5320, 5340, 5340 HORAL, 6320, 6320 TURBO, 6340, 6340 HORAL, 6340 TURBO.1996 Zetor: 215 str.

Zetor: priročnik z navodili: traktorji tip 6421, 6441, 7421, 7441, 8421, 8441. 2008. Zetor : 106 str.

Žunič G. 2010. Obremenitve traktorista pri spravilu lesa: diplomska naloga. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 55 str.

ZAHVALA

Pri izdelavi diplomskega dela mi je pomagalo veliko ljudi, brez katerih mi ga verjetno ne bi uspelo dokončati.

V prvi vrsti bi se rad zahvalil mojemu mentorju prof. dr. Igorju Potočniku in somentorju asist. dr. Antonu Pojetu, ki sta me vodila, me usmerjala in mi pomagala pri izdelavi tega diplomskega dela. Na vajine pripombe, predloge in komentarje sem se vedno lahko zanesel. Hvala Vama za vso pomoč in hitro reševanje vseh težav, povezanih z diplomskim delom, in pa tudi tistih, ki to niso bile.

Zahvaljujem s tudi vsem svojim domačim za pomoč in podporo, predvsem pa očetu Francu in bratu Igorju za pomoč pri meritvah, brez katere bi mi bilo veliko težje. Brez Vas ne bi dokončal naloge.

Zahvalil bi se še prijatelju Juretu, ki je dovolil, da smo za potrebe meritev lahko porisali njegovo dvorišče.

Zadnja zahvala pa gre vsem, ki ste to diplomo kakorkoli pogledali in tako potrdili, da naše delo ni samo sebi namen.