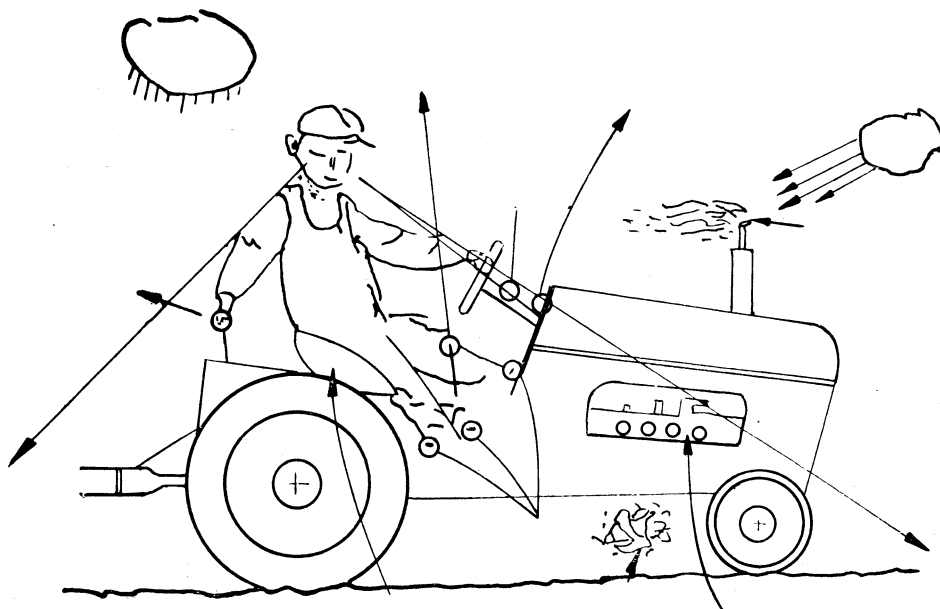


Dr Drago Komunjer,
Poljoprivredni fakultet Zagreb

KONSTRUKCIJA TRAKTORSKOG SJEDALA BITNO SE ODRAŽAVA NA ZDRAVLJE TRAKTORISTA

Zamjena ručnog rada sa sve složenijim i modernijim strojevima u bilo kojoj grani proizvodnje treba čovjeku omogućiti ne samo veću proizvodnost, nego i olakšati rad. Prema tome ocjenjivanju vrijednosti i usavršenosti, tj. suvremenosti svakog stroja, treba prići s ova oba aspekta. Primijenimo li ovakav kriterij za traktor, koji predstavlja osnovni energetska i najviše korišteni stroj suvremene mehanizacije u poljoprivredi, vidimo velik nerazmjer na štetu unapređenja uvjeta rada traktorista.

Traktor je radno mjesto traktoriste gdje on proboravi čitavo svoje radno vrijeme (često i preko 12 sati dnevno) pod vrlo teškim i promjenljivim uvjetima rada. Traktorist je kod toga izložen utjecaju raznih štetnih faktora koji su uvjetovani sredinom u kojoj radi (vremenske prilike, mikroreljef polja, stanje puteva, prašina). Pratioci međusobnog djelovanja »sistema čovjek — stroj« kao što su buka, trešnja (mehaničke vibracije), ispušni plinovi, pretjerano naprezanje zbog neprikladnosti i učestalosti korištenja raznih komandi i zbog loše preglednosti nad radnim oruđem, te neprikladan oblik i smještaj sjedala također ostavljaju i akumuliraju svoje štetne posljedice u organizmu vozača (slika 1).



Sl. 1. Da li mu je olakšan rad ? !

Iz spomenutog kompleksa razmotrit ćemo ovdje probleme u vezi sa štetnim utjecajem mehaničkih vibracija (trešnje) i mogućnostima njihovog smanjenja primjenom odgovarajućih traktorskih sjedala.

Specijalisti medicine rada ustanovili su da se kod većine vozača traktora pojavljuju neka ista oboljenja želuca i bubrega, te deformiranosti kičme. Daljnjim ispitivanjem i analizom ovih pojava je utvrđeno da su to prvenstveno posljedice snažnih vibracija koje se pojavljuju tokom rada. To je ujedno dalo poticaj istraživačima i konstruktorima da taj problem rješavaju odgovarajućim konstrukcijama sjedala.

Već danas se proizvode traktorska sjedala koja mogu smanjiti vibracije koje štetno utječu na zdravlje čovjeka čak i do 60%. Takva sjedala, izrađena prema zahtjevima medicine, tehnike i higijene rada, omogućuju traktoristi da svoj naporan posao obavlja sa znatno manjim zamaranjem uz smanjeni utrošak fizičke i psihičke energije. Ovo mu omogućuje da mnogo veću pažnju posvećuje bržem i pravilnijem reguliranju i vođenju agregata, te da postiže znatno bolji efekt rada po kvalitetu i kvantitetu.

Neke zemlje su već danas postigle velik napredak u tom pogledu, npr. SR Njemačka — gdje već postoje i propisi koji tačno reguliraju obaveze proizvođača traktora u pogledu kvaliteta sjedala. U većini ostalih zapadnoevropskih zemalja i SAD-a već se serijski proizvodi i koristi znatan broj traktora opremljenih s poboljšanim sjedalima. U SSSR-u se također vrše opsežni radovi na ispitivanjima i konstrukcijama takvih traktorskih sjedala, ali se ona još uvijek ne primjenjuju u široj praksi.

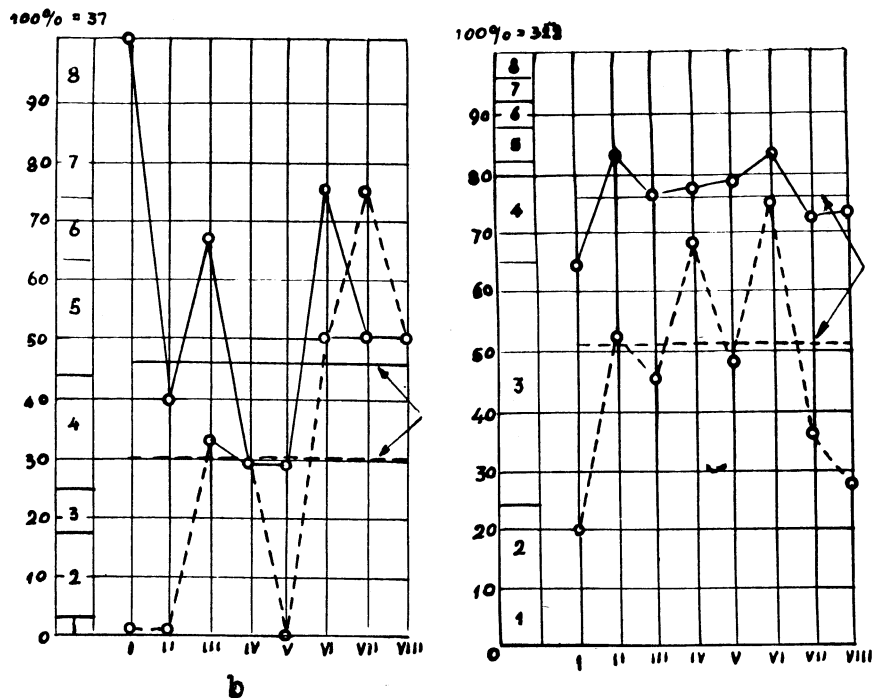
Kod nas, na žalost, taj problem još nije dovoljno ni uočen, iako već danas u našoj zemlji radi blizu 50 tisuća traktora od kojih gotovo svi imaju potpuno nefunkcionalna i po zdravlje vozača štetna sjedala.

PATOLOŠKE PROMJENE I OBOLJENJA KOD VOZAČA TRAKTORA

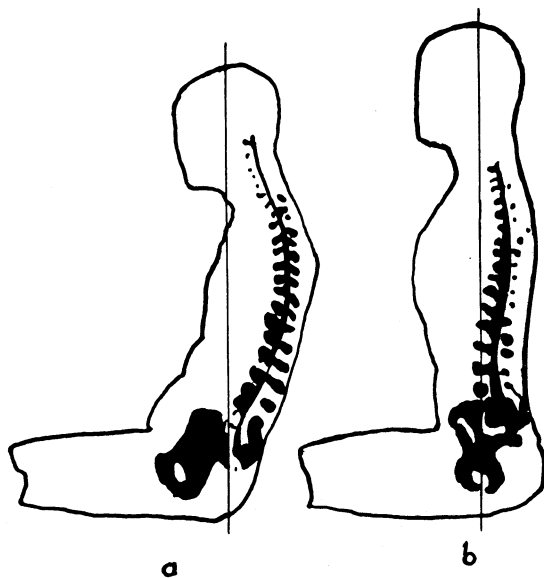
Praćenjem kretanja patoloških promjena kod traktorista utvrđeno je da se kod njih kao posljedica visegodišnjeg rada redovito pojavljuju bolesti želuca i poremećenja na kičmi.

Ispitivanjima (koja je izvršio Rosegger i dr.) kod 371 traktoriste utvrđeno je da 332 osobe boluju na želucu. Na slici br. 2 prikazani su grafički rezultati ovih ispitivanja po dobnim skupinama, i to na temelju pritužbi na tegobe i na temelju dijagnoze X-zrakama. Da bi utvrdio da li je tako visoki postotak oboljenja vezan uz profesiju, autor je izvršio dijagnoze i na kontrolnoj grupi koja je bila sastavljena od 37 muškaraca. Polovica ove grupe bile su osobe sa zanimanjima gdje se radi pretežno sjedeći, a druga polovica su bili manuelni radnici.

Ispitivanjem kičme X-zrakama pokazalo se da su kod traktorista patološke promjene mnogo veće nego što se očekivalo. Uspoređivanjem postotka s deformiranom kičmom kod pojedinih dobnih skupina za razna zanimanja, utvrđeno je da je samo kod nosača teških tereta taj postotak veći, ali u mnogo starijoj dobi (50—60 god.). Kod vozača traktora 72% je bilo s iskrivljenom kičmom i to već u dobnj skupini 20—30 god. (prosjeck 26 god.). Glavnim uzročnikom ove porazne činjenice smatraju se velike vibracije odnosno udari koji nastaju zbog loše amortizacije sjedala i neublaženi se prenose na



Sl. 2. Prikaz učestalosti oboljenja želuca a) kod vozača traktora i b) kod kontrolne grupe ljudi na temelju pritužbi na smetnje (crtkano) i na temelju dijagnoze x-zrakama. Dobne skupine: I. 14—14 god, II. 18—20 god, III. 21—25 god, IV. 26—30 god, V. 31—35 god, VI. 36—40 god, VII. 41—50 god, VIII. iznad 50 godina.



Sl. 3. Položaj tijela vozača, naročito kičme: — a) na lošem sjedalu, b) na dobrom sjedalu

kičmu. To preopterećenje kičme mnogo brže dovodi do oštećenja kod mladih vozača, a pogotovo ako sjedalo ne osigurava pravilan položaj tijela (slika broj 3).

Christ i Dupnis su na temelju rendgensko-filmskih snimaka direktno utvrdili ponašanje želuca i kičme pod utjecajem trešnje. Želudac kod toga čini znatno veći put klatnje u odnosu na kostur. Ispitivanja koja su izvršena kod frekvencije 2 Hz (približno vlastita frekvencija želuca) pokazala su da je put klatnje želuca čak 2 puta veći nego kod ostalih dijelova tijela. Rezultati ovakvih ispitivanja u mnogome razjašnjavaju glavne uzroke toliko brojnih želučanih smetnji kod traktorista. Posebnim ispitivanjima je utvrđeno da se pod utjecajem trešnje smanjuje radna sposobnost i brzina reagiranja čovjeka.

FREKVENCIJA ČOVJEČJEG TIJELA

Može se smatrati da čovječje tijelo čija je frekvencija ispod 1—2 Hz bilo u sjedećem ili stojećem stanju (kao masa) ne odgovara vertikalnim silama. Iznad tog frekventalnog područja tijelo se više ne može smatrati samo kao masa, već kao mehanički sistem kojeg čine mase i opruge, a dinamičke karakteristike su mu vrlo različite ovisno o osobi stanju opuštenosti ili ukrućenosti.

Mehaničke osobine čovječjeg tijela u pogledu vibracije su određene prema Coermannu unutar područja 0—20 Hz bilo u sjedećem ili u stojećem položaju. Taj podatak ukazuje na glavnu resonanciju tijela kod približno 4 Hz s jednim manjim vrhom unutar 10—16 Hz. Znatno pojačanje vibracije svih dijelova tijela primjećuje se kod 4—6 Hz i to kod krupnih osoba 4,4 Hz a kod sitnijih 4,6 Hz. Kod frekvencija iznad 10 Hz ublaženje između vibratora i glave raste progresivno s frekvencijom. Između 20—30 Hz dolazi do rezonancije glave i tu je amplituda glave 3 puta veća od amplitude leđa. Između 60—90 Hz nastupa područje uznemirenosti koje se manifestira kruženjem očiju.

Kostur je primarno namijenjen za vertikalno opterećenje kod čega se jednako ponaša u sjedećem i stojećem položaju. Mnogo veće razlike postoje kod horizontalnih vibracija. Kretanje glave iznad 5 Hz je pretežno vertikalno.

Razlike u transformaciji su važne kod objašnjavanja zahtjeva komfora u vezi s položajem onih organa koji su osjetljiviji na vibracije. Jedna ekzaktna procjena relativne važnosti različitih organa u vibraciji monitorom nije moguća. Postoji i matematička teorija određivanja osjetljivosti za vibraciju na bazi podataka o visokim frekvencijama i mehaničkim napetostima u glavi.

Svi ovi podaci i saznanja trebaju poslužiti kod određivanja parametara komfortnog sjedala. Praktičniji je način na bazi kriterija komfora prema rezultatima subjektivnih eksperimenata provedenih u pogodnim područjima frekvencije i generalnom ocjenjivanju nivoa vibracije od granice primjetljivosti do maksimalne podnošljivosti.

FREKVENCIJE VIBRACIJE KOJE SE POJAVLJUJU KOD VOŽNJE TRAKTOROM

U nastojanju da se utvrdi utjecaj vibracija na čovjeka, tj. da se one ublaže, vršena su vrlo različita i obimna istraživanja. Njihovi rezultati su poslužili kao osnov i putokaz u rješavanju problema u »sistemu čovjek — traktor«. Ovakva ispitivanja se vrše ne samo na putu i na polju već i na specijalnim pistama i u laboratorijima sa specijalnom opremom.

Kod traktora bez vučenog oruđa u vožnji po neravnom putu zbog poskakivanja i trešnje javljaju se frekvencije između 1—6 Hz (Haack), a ako vuče oruđe ili natovarenu prikolicu vibracije se znatno mijenjaju, tako da nastale frekvencije uglavnom leže u području 1—17 Hz. Kod toga se često pojavljuju visoke frekvencije i do 100 Hz (Coenenberg), međutim frekvencije više od 17 Hz su vlastite frekvencije raznih sistema opruga koje su ugrađene u traktor. Takve frekvencije znatno manje utječu na komfor vožnje, zato što je čovječje tijelo na njih prilično neosjetljivo zbog njihovih vrlo malenih amplituda. Osim toga, frekvencije više od 20 Hz na svom putu kroz čovječje tijelo nestaju tako da ni ne dođu do glave (Békesy).

UTJECAJ BRZINE VOŽNJE NA FREKVENCIJU VIBRACIJE

Kod ispitivanja na pisti s konstantnim razmatkom prepreka (neravnina) povećanjem brzine vožnje povećava se i frekvencija vibracije, odgovarajući frekvenciji nailaska kotača na prepreku. Lagano povećanje akceleracije se pojavljuje kod različitih traktora uvijek u istim područjima brzina, tj. onda kad dolazi do pojave rezonancije. Prema Haacku, kod traktora sa gumama i s elastičnim opterećenim sjedalom pojedine vlastite frekvencije iznose:

- oko 4 Hz za gume na kotačima,
- oko 2—4 Hz za opterećeno elastično sjedalo,
- oko 5 Hz za čovječje tijelo,
- oko 5 Hz čovječje tijelo,
- oko 4 Hz približno za čitav sistem.

Rezonancija se pojavljuje kod brzina gdje je frekvencija prepreka iznosa 4,6 ili 8 Hz. To bi se moglo izbjeći jedino putem bolje amortizacije sjedala, jer su vlastita frekvencija čovječjeg tijela i guma nepromjenljive. Ovo je bit cjelokupne problematike sjedala.

PRIJENOS UBRZANJA NA ČOVJEKA (AKCELERACIJA VIBRACIJE)

U kojoj se mjeri prenose vibracije na pojedine dijelove tijela, i koja je kod toga uloga sjedala prikazuju slijedeći rezultati istraživanja (Dieckmann): (slika br. 4).

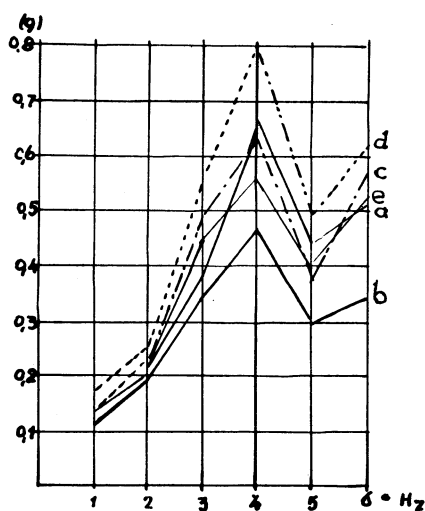
1. Maksimalne akceleracije se javljaju kod 4 Hz, dok je drugi nešto manji maksimum kod 6 Hz.

2. Akceleracija je najmanja na sjedalu, i to kod svih frekvencija, pa se iz tog vidi da li je sjedalo kvalitetno ili nekvalitetno.

3. Od sjedala do zdjelice vozača se povećala akceleracija vibracije kod 4—6 Hz naročito zbog ljuljanja tijela. Visoke frekvencije ne prelaze na tijelo, jer se one obično odstrane kroz postolje i jastuk sjedala. Kod lošeg sjedala može ubrzanje biti veće nego što je na mjenjačkoj kutiji.

4. Do područja lopatica nastupa daljnje povećanje akceleracije kod svih frekvencija (do 6 Hz).

5. Do glave vozača vibracije se smanjuju zbog veće rezonancije glave (oko 20 Hz). Veličine ubrzanja na glavi kod 3—5 Hz su za oko polovicu manje od veličina izmjerenih na mjenjaču traktora. To znači da frekvencije oko 20



Sl. 4. Veličina akceleracije izmjerene na: — a) kutiji mjenjača, b) sjedalu, c) zdjelici (kukovima), d) između lopatica, e) glavi

Hz, koje se pojavljuju na mjenjaču, glavu mnogo ne opterećuju. Međutim, glava je radi živčanih centara osjetljiva na vibracije, pa i ta činjenica nalaže primjenu odgovarajućeg sjedala.

6. Vibracija izaziva znatno povećanje udarne sile između vozača i sjedala, naročito kod iznenadnog nailaska kotača vozila na neravninu. Ovo osobito dolazi do izražaja kod vožnje na vrlo lošim putevima gdje uslijed kinetičke energije dolazi do udara ploče sjedala o tijelo vozača silom i preko 300 kp, tj. nekoliko puta većom od vlastite težine vozača. Uslijed toga dolazi do ogromnog opterećenja kičme odnosno veza između kralježnjaka što postepeno dovodi do naprijed spomenutih oštećenja — deformacija. Samo sjedalo može svojom elastičnošću ublažiti ovakve udare na dozvoljenu veličinu.

UTJECAJ PRITISKA U GUMAMA

U praksi se često misli da se zamaranje uslijed vibracije može ublažiti smanjenjem pritiska u gumama. Ispitivanja koja je vršio Haack s traktorom sa dva različita sjedala kod brzine 6, 9, 12 i 15 km/h i uz promjene pritiska od 2,0—1,5—1,0 atp kod zadnjih kotača, odnosno 1,5—1,0—0,8 atp kod prednjih, nisu u potpunosti potvrdila gornju pretpostavku.

Mjerenja na zadnjoj osovini ili mjenjaču su pokazala u svim slučajevima neznatno smanjenje akceleracije (samo do 25% kod maksimalne razlike u pritisku).

UTJECAJ OPRUGA NA PREDNJOJ OSOVINI

Traktor za razliku od ostalih vozila nema ugrađene opruge odnosno amortizere na zadnjoj osovini, jer bi to izazvalo izvjesne poteškoće kod rada s oruđima.

Ispitivanja koja su vršena u tom pogledu pokazuju da se ugradnjom opruge kod svih ispitivanih traktora zaista znatno smanjuje akceleracija na prednjoj osovini (18—35%), na zadnjoj osovini znatno manje (4—7%), ali je na leđima traktoriste to smanjenje iznosilo svega 1—9%. Prema tome, može se zaključiti da opruge ugrađene na prednjoj osovini traktora nemaju gotovo nikakvi utjecaj na udobnost vožnje.

Ispitivanja (Zezula, 1965) koja su vršena na traktoru s ugrađenim amortizerima (spiralne opruge) na prednjoj i na zadnjoj osovini pokazala su da se takvom konstrukcijom može 2,5 puta smanjiti akceleracija vibracije u odnosu na standardni traktor pod istim uvjetima. Kod toga su vučne i ostale radne karakteristike traktora ostale nepromijenjene.

Položaj sjedala u odnosu na zadnju osovini vrši također utjecaj na akceleraciju. Najnepovoljniji je položaj nad samom osovinom ($a = 0,78 g$), dok kod sjedala pomaknutog za 30 cm prema naprijed i natrag ubrzanje je nešto manje ($0,73$ odnosno $0,70 g$ — $g = 9,81 m/sec^2$).

UTJECAJ HORIZONTALNE VIBRACIJE

Sva naprijed navedena ispitivanja se odnose na utjecaj vibracije u vertikalnom smjeru, iako se ona manifestira i u horizontalnom smjeru. Horizontalne vibracije koje se pojavljuju kod vožnje traktora imaju znatno manje značenje nego vertikalne, jer se one, uglavnom, pojavljuju s manjom akceleracijom. Ipak treba voditi brigu o njihovom utjecaju na vozača traktora, zato što je utvrđeno da je čovječje tijelo u sjedećem položaju mnogo osjetljivije na uzdužne i poprečne vibracije u uspoređenju sa djelovanjem vertikalnih vibracija. Zbog toga je važno da se iskustva i rezultati istraživanja utjecaja vertikalnih vibracija primjenjuju i kod razmatranja njihovog utjecaja kod projektiranja i ispitivanja traktorskih sjedala.

UTJECAJ I VAŽNOSTI SJEDALA

Iz rezultata naprijed opisanih ispitivanja vidimo da na smanjenje utjecaja trešnje kod vožnje traktora vrlo mali utjecaj imaju faktori kao npr. opruge na prednjoj osovini, pritisak u gumama i smještaj sjedala. Jasno je uočeno da se problem mora rješavati kroz sjedalo koje treba da bude neke vrsti filter sa zadatkom da odstrani ili bar maksimalno ublaži sve one pojave uzrokovane trešnjom traktora, koje bi mogle imati loš utjecaj na zdravlje čovjeka.

Osnovni zahtjevi kod iznalaženja najsvrsishodnijeg sjedala na traktoru moraju obuhvatiti slijedeće:

1. Položaj vozača mora biti takav da su mu dostupne sve kontrole, te da ima dobar pregled na sve strane puta i na radno oruđe.

2. Sjedalo mora vozača osiguravati od ispadanja kod vožnje po neravnom putu i kod naglog okretanja.

3. Dobar položaj tijela vozača koji maksimalno isključuje mogućnost deformacije ili oboljenja kao rezultat dužeg perioda sjedenja.

4. Što efikasniju izolaciju vozača od vibracija koje se pojavljuju kod vožnje po neravnom terenu.

Na temelju opsežnih proučavanja učestalosti i utroška energije kod pojedinih pokreta rukama i nogama za vrijeme vožnje utvrđeno je kakav bi oblik trebalo imati traktorsko sjedalo da bi zadovoljilo slijedećim medicinskim zahtjevima:

a) mogućnost podešavanja prema uzrastu traktoriste, a da se kod toga ne smanjuje mogućnost i lakoća rukovanja komandama;

b) veličina i konture jastuka treba da dopuste povremene manje promjene položaja i da podupiru čovječji skelet ispravno;

c) mali oslonac za leđima mora donekle da podupire kičmu, ali ne smije biti neugodan kad se traktor jače potrese;

preporučeno je da ne bude širi od 12,5—15 cm i da bude postavljen oko 25 cm iznad površine stisnutog jastuka;

d) oslonci za ruke moraju biti smješteni tako da omoguće normalno pokretanje ruku i ramena;

e) sjedalo treba biti smješteno što je moguće niže.

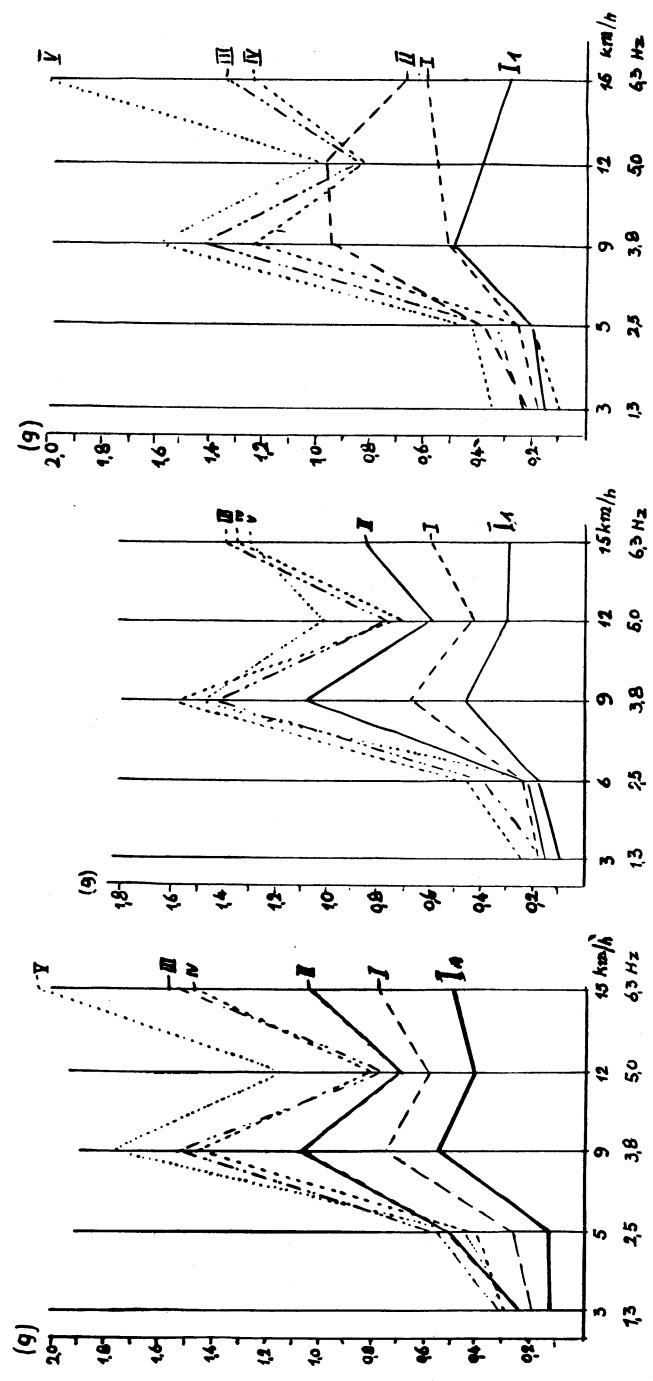
ISPITIVANJE RAZLIČITIH SJEDALA

Kod ranijih ispitivanja sjedala za traktore nisu uzimane u obzir razlike u težini vozača. Međutim, i sama praksa je pokazala da se često lakši vozač na istom sjedištu osjeća mnogo neprijatnije nego teži, ili obratno. To je dalo povoda za novija ispitivanja kojima je bilo obuhvaćeno 14 različitih tipova sjedala, a među njima i neki s mogućnošću podešavanja prema težini vozača. Ispitivanja su vršena s vozačima težine 50, 68 i 100 kg kod 5 različitih brzina 3, 6, 9, 12 i 15 km/sat.

Sva sjedala su bila različita, ali su prema svojim tehničkim karakteristikama svrstana u VII grupa.

Tabela 1

Podaci o nosaču sjedala					
tip sjedala	vođenje sjedala	opruga	podešavanje opruge	amortizacija	jastuk
I/1	paralelogram	podesiva spir. opr.	4 stepena	hidraul. cilind.	gumena spužva
I/2	"	spir. opr.	stepenasto s ključ.	"	"
I/3	"	gumena potisna opr.	4 stepena	gumena potisna opr.	"
II/1	"	spir. opr.	—	hidraul. cilind.	"
II/2	"	progr. spir. opruga	—	"	"
II/3	"	sorbo-guma	—	sorbo-guma	"
II/4	"	spiral. opr.	—	—	"
III/1	klateće sjedalo	gumene vrpca	—	—	gumene vrpce razapete iznad sanduka
III/2	—	—	—	—	"
III/3	—	—	—	—	"
IV/I	—	—	—	—	sanduk sa gum. spužvom deblj. 14 cm
V	klateće sjedalo	lisnata opruga	—	—	gumena spužva
VI	"	gum. torz. opruga	—	gum. torz. opruga	"
VII	paralelogram	"	vijčanica neogranič.	hydr. cilindar	tapec. sanduk



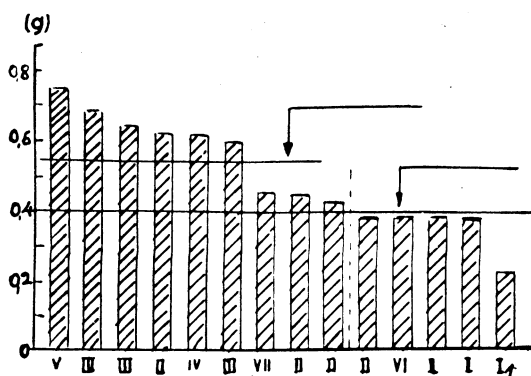
Sl. 5. Akceleracije izmjerene na ledima vozača težine a) 50 kg, b) 69 kg i c) 100 kg kod ispitivanja sjedala grupe I — V.

Sva sjedala su ispitivana na istom (kontrolnom) traktoru.

Rezultati ispitivanja su prikazani grafički na slici br. 5, ali ne pojedinačno nego samo za grupe sjedala, i to kao prosječna vrijednost amplitude akceleracije mjerene na leđima posebno za svaku od 3 težine traktorista kod svih brzina. Za sva sjedala pojedinačno je prikazana vrijednost amplitude akceleracije, mjereno na sjedalu, uključujući sve tri težine vozača i zato se taj prikaz može uzeti kao mjerilo kvalitete sjedala (slika 6).

Iz ovih rezultata možemo zaključiti slijedeće:

— U najviše slučajeva ispitivana sjedala su se pokazala najnepovoljnija za lakog vozača, a najpovoljnija za srednje teškog. Ovo je osobito važno, jer su na taj način mladi (laki) vozači koji su još u razvitku mnogo više izvrnuti utjecaju lošeg sjedala.

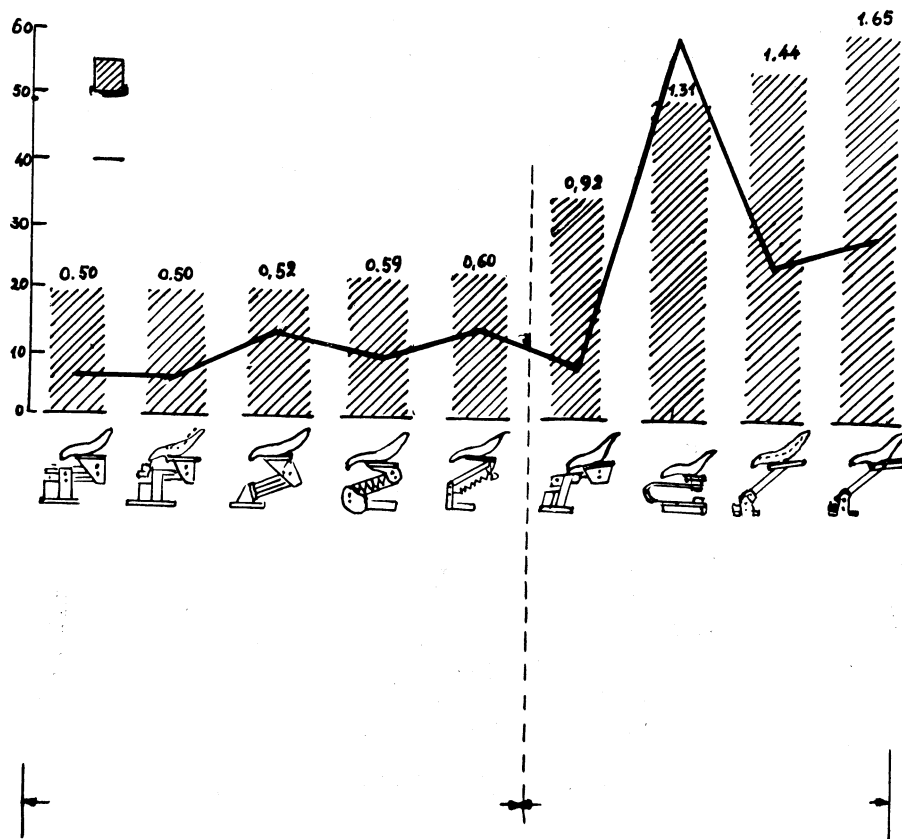


Sl. 6. Kvalitet različitih tipova sjedala

— Sjedala s paralelogramskim vođenjem i hidrauličnim amortizerom su pokazala neospornu prednost pred ostalima, a pogotovo ako imaju još i mogućnost podešavanja prema težini vozača. Jedino ovi posljednji ne prelaze dopustivu granicu podnošljivosti $K = 63$ (prema VDI-preporukama).

— Sjedala koja nemaju drugih elemenata amortizacije osim tapecirane prevlake, gumene spužve, napetih gumenih traka ili lisnate opruge imaju do dva puta veću akceleraciju od one koja važi kao dopustiva granica podnošljivosti kod $K = 63$. (Napomena: svi naši traktori imaju ovakva sjedala).

Fiziološka ispitivanja kod kojih je utvrđivan utrošak energije (kcal/min) i promjena električnog kapaciteta u koži kod vozača traktora na 9 sjedala različite konstrukcije potvrdila su opisane zaključke. I ovdje se vidi ogromna razlika u korist sjedala s paralelogramskim vođenjem kod kojih je utrošak energije vozača za 1,5 do 3 puta manji u odnosu na sjedala sa stožerastim vođenjem. Taj utrošak energije ujedno može poslužiti kao indikator brzine zamaranja i koncentracije vozača kod rada s pojedinim tipovima sjedala (slika 7).



Sl. 7. Fiziološka komparacija udobnosti sjedala u ovisnosti od načina amortizacije i vođenja sjedala

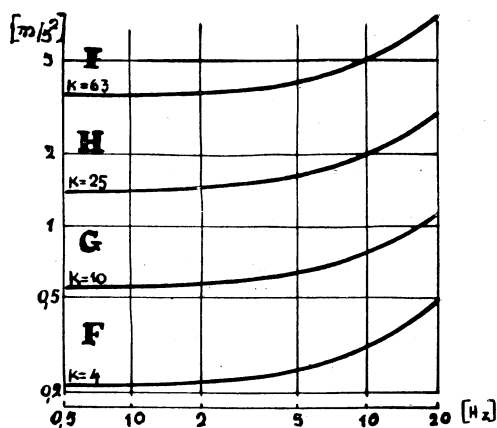
PSIHOLOŠKI DOZVOLJENA GRANICA PODNOSLJIVOSTI RADA

Iako je već do sada mnogo učinjeno za rješenje problema utjecaja vibracije na čovječji organizam, još uvijek nije tačno utvrđena granica i kriterij za procjenu intenziteta štetnog djelovanja vibracije. Postoji nekoliko kriterija koji se, doduše, ne koriste istim elementima i metodama, ali su im granične veličine ipak približno jednake.

Najviše se koriste kriteriji Reichera, Meistera i Dieckmanna u Njemačkoj, te Janewayu u SAD. Razilaženja u kriterijima ocjenjivanja uvjetovala su i razvitak različitih metoda ispitivanja, a to je i jedan od razloga da još do danas nema jedinstvenog međunarodnog standarda. Udruženje njemačkih inženjera (VDI) prihvatilo je Dieckmannov kriterij. Na temelju njega su izrađene preporuke važeće unutar SR Njemačke. To je predloženo i Međunarodnoj organizaciji za standarde da se usvoji kao obaveza za sve države članice.

VDI preporuke služe se faktorom —K— (mjerilo intenziteta osjetljivosti) kao mjerilom utjecaja vibracije vozila na čovječji organizam. Faktor K s brojčanim vrijednostima od $K=0,1$ do $K=63$ označava intenzitet utjecaja vibracije od početka osjećanja vibracije do granice podnošljivosti. Vrijednosti su razrađene za područja frekvencija 0,5—80 Hz i za akceleraciju do 0,4 g (4 m/sec^2).

Čitavo područje osjetljivosti ima 9 stupnjeva označenih slovima A—I. Prema toj skali, opterećenost ljudi na radu s poljoprivrednim strojevima dolazi u područja čije su karakteristike prikazane na slici 8. Opterećenost traktorista kod poljskih radova spada u područje F—G—H, pretežno G, tj. »podnošljiv rad kroz dulje vrijeme«. Kod transporta s traktorom opterećenost je veća i dolazi u područje G—H—I, pretežno H »podnošljiv rad kroz



Sl. 8. Stupnjevi podnošljivosti i njihove granične vrijednosti označene K — faktorom prema VDI — preporukama 2057.

kraće vrijeme«, a prelazi čak i u područje I »nepodnošljivo«. Općenito, prema tim kriterijima vozači traktora su zbog uvjeta rada toliko izloženi štetnom djelovanju vibracije da se njihov rad mora smatrati kao »podnošljiv kroz kraće vrijeme«.

ZAKLJUČAK

Medicinska istraživanja su pokazala da se gotovo kod svih vozača traktora već u ranoj dobi javljaju kronične smetnje želuca, bubrega i deformacija kičme. Trešnja traktora, izazvana radom motora i vožnjom po neravnim poljima i putevima, te loše sjedalo na traktoru glavni su uzroci tih pojava. Ispitivanje i proučavanje djelovanja vibracije, način prenosa vibracija na tijelo vozača preko sjedala, te reagiranje ljudskog tijela kao sastavnog dijela »sistema čovjek — traktor« omogućila su pristup tehničkom rješavanju tog problema. Konstruirana su sjedala koja mogu smanjiti vertikalne vibracije do 30% kod poljskih radova i do 60% kod transporta.

Kao najpovoljnije rješenje predstavlja izvedba sjedala s paralelogramskim vođenjem, hidrauličnom amortizacijom i podesivnim oprugama prema težini vozača. Sve ostale jednostavnije konstrukcije ne osiguravaju uvjete rada vozača unutar granice podnošljivosti (K=63).

Naučne rezultate i praktična iskustva stečena u svijetu treba i kod nas što prije početi koristiti i dalje ih usavršavati, te odgovarajućim propisima tačno regulirati obaveze proizvođača, uvoznika i korisnika traktora.

LITERATURA

1. Dupuis H.: Schwingungsuntersuchungen bei Schleppern auf einen Rollenprüfstand — L. F. 1960. H. 6
2. Dupuis H.: Bewertung der Schwingbeanspruchung bei Fahrern von Ackerschleppern und Landmaschinen im praktischen Einsatz. L. F. 1964, H. 5
3. Wendeborn J.: Komfort und Sicherheit für Schlepperfahrer. L. F. 1964. H 6
4. Zezula J.: Abgefederter Schlepper. L. F. 1965, H. 4.
5. Kiene W.: Entwicklung einer Ersatzfahrbahn zur Prüfung des Sitzkomforts auf Ackerschleppern — L. F. 1965, H. 4
6. Dupuis H., Broicher H., Pleszynski W.: Frequenzanalyse mechanischer Schwingungen in drei Richtungen am Schieppersitz — L. F. 1965, H. 5
7. Matthews J.: Ride Comforts for Tractor Operators. J. Agr. Eng. Res. 1964.
8. Morrison C. S., Harrington R.: Tractor Seating for Operator Comfort. Agr. Eng. 1962.
9. Dupuis H., Broicher H. A.: Schwingungsuntersuchungen mit elektronischer Klassierung bei praktischen Fahrversuchen. L. F. 1962, H. 2
10. Dupuis H.: Schlepperschwingungen am Menschen gemessen. — Die Landarbeit 1959, H. 7
11. Lasser M.: Versuchsergebnisse einer Vergleichsprüfung von Traktor — Der Traktor 1967, H. 3
12. Komunjer D.: Loše traktorsko sjedalo najveći je neprijatelj zdravlja traktorista — Materijali I jugoslavenskog savjetovanja o zaštiti pri radu u poljoprivredi — Osijek 1967.