

Darbā neriskē-
ievēro darba drošību!



VIBRĀCIJA DARBA VIETĀ



DARBA AIZSARDZĪBA

Šī izdevuma izdošanu ir finansējis
ES PHARE Latvijas-Spānijas divpusējās sadarbības
projekts (LE/99/IB-CO-01)
"Atbalsts turpmākai likumdošanas saskaņošanai
un institūciju stiprināšanai darba drošības
un veselības jomā".

Īpaša pateicība Spānijas Nacionālajam Darba drošības
un higiēnas institūtam (Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo) par sniegto atbalstu un materiāliem
publikācijas veidošanai.

Tulkoja: Ināra Granta, A. Jerjomenko

Datorsalikums: Linda Freiberga

Iespiests: Latvijas-Somijas SIA "Madonas Poligrāfists"

© LR Labklājības ministrija

PRIEKŠVārds

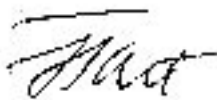
Šī brošūra ir tapusi Latvijas Spānijas divpusējās sadarbības projekta “Likumdošanas turpmāka saskaņošana un institūciju pilnveidošana” ietvaros, baltsoeties uz Spānijas Darba drošības un higiēnas institūta veikto pētījumu un izstrādātā materiāla pamata. Spāņu kolēģu izstrādāto materiālu izvērtēja un piemēroja Latvijas nacionālajai likumdošanai un specifikai Latvijas Nacionālā darba vides un veselības institūta darbinieki.

Šī brošūra ir balstīta uz jaunākajām atziņām par vibrācijas ietekmi darba vietā: vibrācijas mērīšanas metodes, izraisīto seku pētījumi, kā arī preventīvo pasākumu izstrādāšana tehniskajā un darba medicīnas jomā. Spānijas Darba drošības un veselības institūts veica lielu ieguldījumu problēmu risināšanā, par kurām līdz šim ir bijis pārāk maz zināšanu gan atbildīgajiem par darba drošību un higiēnu, gan uzņēmumu vadībai un arodbiedrībām.

Brošūrā ietvertā informācija palīdzēs darba devējiem, darba aizsardzības speciālistiem, kā arī citiem interesentiem uzzināt vairāk par tādu darba vides risku kā vibrācija: kur tā rodas, kā to novērtēt, kā arī iespējām un preventīvajiem pasākumiem vibrācijas kaitīgas ietekmes samazināšanai un novēršanai.

Ineta Tāre

*Labklājības ministrijas
Darba departamenta direktore*



SATURS

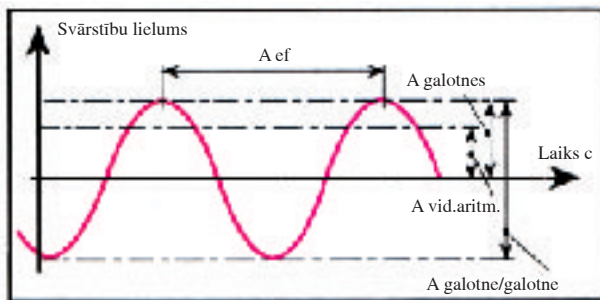
1. KAS IR VIBRĀCIJA	5
1.1. Vibrācija un tās īpašības	5
1.2. Kur ir sastopamas vibrācijas un cik cilvēku tām tiek pakļauti?.....	7
2. KĀ MĒRA UN NOVĒRTĒ VIBRĀCIJAS?	8
3. VIBRĀCIJAS IEDARBĪBAS SEKAS	13
3.1. Vibrācija, kas iedarbojas uz plaukstu un roku.....	13
3.2. Vibrācijas, kas iedarbojas uz visu ķermeni	17
4. VIBRĀCIJAS IEDARBĪBAS PIEMĒRI	20
5. AIZSARDZĪBA PRET VIBRĀCIJAS IEDARBĪBU	24
5.1. Tehniskie pasākumi vibrācijas iedarbības novēršanai.....	24
5.2. Individuālie aizsardzības līdzekļi pret vibrācijas iedarbību.....	32
5.3. Darba medicīnas preventīvie pētījumi	33
LITERATŪRAS SARAKSTS	35

1. KAS IR VIBRĀCIJA?

1.1. VIBRĀCIJA UN TĀS ĪPAŠĪBAS

Vibrāciju raksturo tās svārstību lielums un frekvence.

Attēlā 1.1. ir dots pastāvīgu sinusoidālu mehānisko svārstību grafiskais attēls laika un amplitūdas koordinātu asīs.

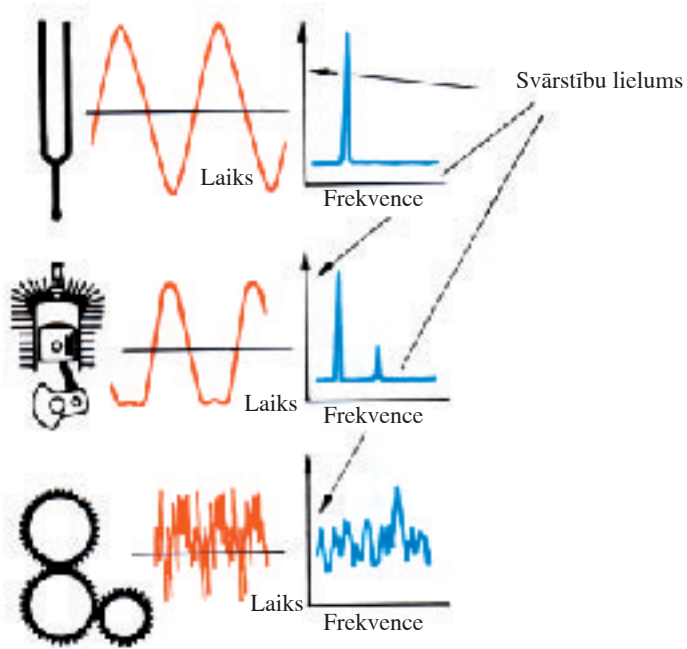


Attēls 1.1.: Sinusoidālu svārstību galotnes vērtība, amplitūdas (galotnes galotnes vērtība un efektīvā (r.m.s.) vērtība.

Attēlā ir redzams pilns vibrācijas cikls. Šāda cikla atkārtošanās biežums var būt ļoti dažāds. Pilnu ciklu skaitu sekundē sauc par vibrācijas frekvenci un to mēra hercos (Hz). Vibrācijas “stiprumu” jeb vibrācijas lielumu var noteikt trijos veidos: izmērot svārstību amplitūdu s [m], svārstību ātrumu v [m/s] vai svārstību paātrinājumu a [m/s²].

Vibrācijas amplitūdu var izteikt gan kā galotnes vērtību, gan kā galotnes — galotnes vērtību, vai arī kā to vidējo aritmētisko lielumu. Tomēr visbiežāk izmantotais vibrāciju raksturojošais lielums ir tā sauktā vibrācijas paātrinājuma efektīvā vērtība. Efektīvā vērtība ir svārstību enerģijas un līdz ar to arī vibrācijas ietekmes jeb radītā apdraudējuma mērs. To izsaka ar vibro paātrinājumu m/s².

Visvienkāršākajā gadījumā vibrācija uz cilvēku iedarbojas noteiktā virzienā un ar vienu frekvenci. Tomēr reālā dzīvē cilvēki vienlaikus ir pakļauti vairāku virzienu un frekvenču vibrācijām. Aplūkojot svārstības norisi tikai laikā, nav iespējams konstatēt, kuras frekvences ir visiedarbīgākās. Frekvenču analizēšanas iekārtas dod iespēju svārstības attēlot grafiski kā frekvences funkciju, t.s. vibrācijas spektru (attēls 1.2.).



Attēls 1.2. Kamertoņa, iekšdedzes dzinēja un zobratu pārvadmehānisma svārstību attēlojums norisē laikā un to vibrācijas spektri).

Parasti nav nepieciešams zināt, kāds izskatās detalizēts vibrācijas spektrs. Lai novērtētu visa ķermeņa vai rokas - plaukstas vibrācijas, pietiek ar svārstību paātrinājuma efektīvā lieluma noskaidrošanu noteiktā frekvenču diapazonā. Tā kā cilvēks nav vienādi jūtīgs pret visām frekvencēm, tiek veikta frekvenču analīze.

Vibrācijas var iedalīt šādās grupās:

- ***Periodiskās svārstības*** ir kustības, kas periodiski atkārtojas. Ikdienā mēs bieži sastopam svārstības, ko var nosaukt par periodiskām. piemēram, vibrācija, ko rada pietiekami nenobalansēti automašīnu riteņi.
- ***Neperiodiskas jeb stohastiskas svārstības*** ir diezgan bieži sastopamas dabā, tām raksturīgas daudzas frekvences plašā frekvenču diapazonā. Kā piemēru var minēt svārstības, kas rodas, braucot automašīnā pa sliktu ceļu.
- ***Īslaicīgas svārstības un triecieni***. Tiem parasti ir īss iedarbības laiks un tie notiek pēkšņi. Šādas svārstības ir raksturīgas gadījumā, kad automašīnas ritenis pārbrauc ceļa segumā esošai bedrītei.

1.2. KUR IR SASTOPAMAS VIBRĀCIJAS UN CIK CILVĒKU TĀM TIEK PAKĻAUTI?

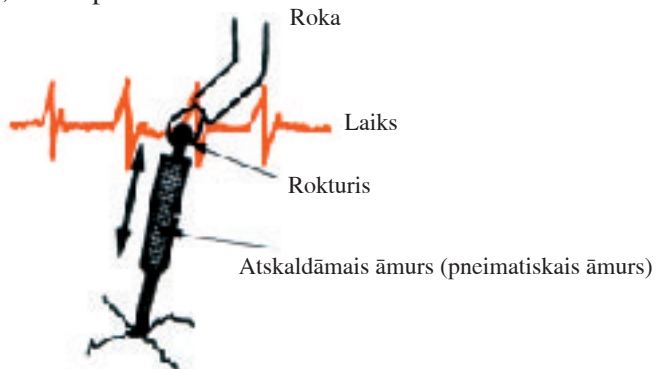
Plauksta-rokas vibrācija

Dažreiz tiek saukta arī kā lokālā vibrācija. Daudzi ar roku vadāmi rotējoši vai triecienus izdaroši instrumenti izraisa spēcīgu vibrācijas iedarbību uz nodarbināto rokām (*skat.1.3. attēlu*). Šādus instrumentus izmanto gandrīz visās rūpniecības nozarēs.

Mežsaimniecībā, kokapstrādē un lauksaimniecībā: ķēžu zāģi, trimmeri, baļķu mizošanas mašīnas, naglu pistoles, vibroslīpmašīnas, rokas plaujmašīnas u.c.

Celtniecībā: atskaldāmie āmuri (pneimatiskie āmuri), blietētāji, urbjāmuri, kalnu āmuri, vibroblietētāji u.c.

Metāllietuvēs un metālrūpniecībā: kalnu āmuri, visa veida slīpēšanas un pulēšanas instrumenti, lietņu apstrādes instrumenti, kniežu āmuri, triecienskrūvgrieži, skavu pistoles.



Attēls 1.3.: Atskaldāmais āmurs darba procesā rada nelielas, bet ātras roktura kustības (sitienu), t.i., VIBRĀCIJU.

Vibrācija tiek pārnesta uz nodarbinātā roku, tādēļ viņš ir pakļauts plauksta-rokas vibrācijai.

Dažādu valstu speciālisti ir mēģinājuši noskaidrot, cik nodarbinātie savās darba vietās ir pakļauti plauksta-rokas vibrācijai. Veicot apņēmīgus Kanādā, ir noskaidrots, ka šī vibrācija skar 5,8% no visiem nodarbinātajiem. Neatkarīgi pētījumi Austrijā, Francijā, Lielbritānijā, Nīderlandē, Zviedrijā, Šveicē un ASV liecina, ka šajās valstīs kaitīgajai plauksta-rokas vibrācijai ir pakļauti 1,7 - 3,6% nodarbināto.

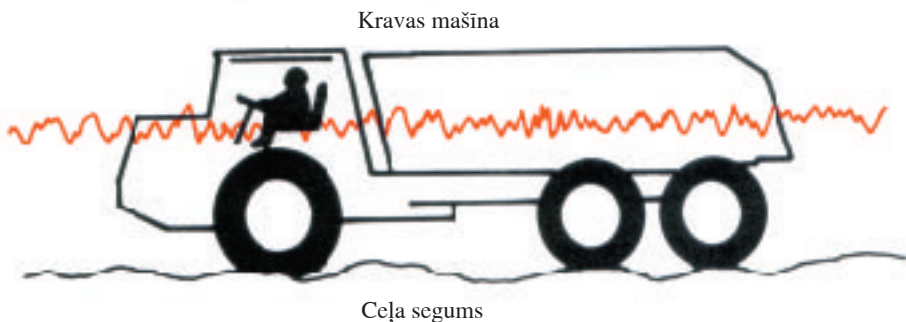
Visa ķermeņa vibrācija

Dažreiz tiek saukta arī kā vispārējā vibrācija. Visa ķermeņa vibrāciju izraisa galvenokārt cilvēku, preču vai izejvielu transportēšana. Transporta līdzekļu vibrācija caur sēdekli tiek pārnesta uz vadītāja ķermeni (*attēls 1.4.*).

Tādējādi ķermeņa vibrācijām ir pakļauti gan lauksaimniecības un mežizstrādes tehnikas vadītāji, gan arī kravas mašīnu un pacelēju vadītāji. Vibrācijai darba vietā ir pakļauti arī celtņu operatori.

Dažkārt smagas iekārtas, piemēram, štancēšanas preses, svārstības novada uz ēkas grīdu, uz kuras stāv apkalpojošais personāls.

ASV, Kanādā un Nīderlandē veiktie pētījumi liecina, ka ķermeņa vibrācijām ir pakļauti 4 - 7% no nodarbināto kopskaita.



Attēls 1.4.: Slikts ceļa segums izraisa automašīnas un vadītāja sēdekļa augšup un lejup kustības. Šī vibrācija tiek pārnesta uz visu vadītāja ķermeni, tādēļ viņš ir pakļauts VISA ĶERMEŅA VIBRĀCIJAI

2. KĀ MĒRA UN NOVĒRTĒ VIBRĀCIJAS?

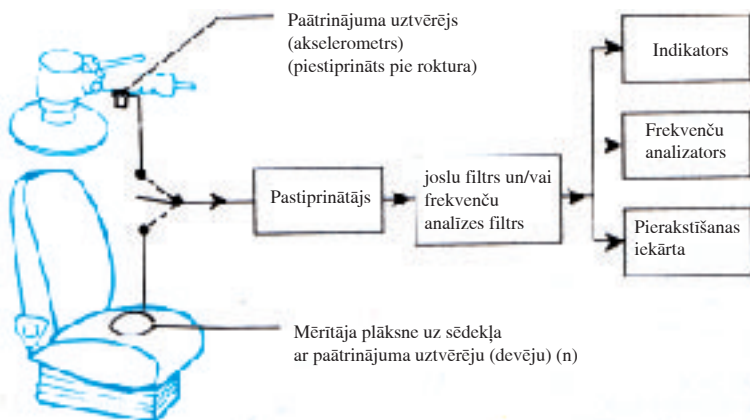
Mērījumu mērķis ir noskaidrot, cik lielu vibrācijas devu saņem roka vai ķermenis noteiktā darba veikšanas laikā konkrētos darba apstākļos. Otrs mērījumu izdarīšanas iemesls var būt nepieciešamība pārbaudīt, vai mašīnas atbilst to ražotāju uzrādītajiem vai pircēju pieprasītajiem vibrāciju raksturojošajiem lielumiem.

Mērījumu rezultātus var stipri ietekmēt daudzi faktori. Vibrācijas deva, ko saņem darbinieks, ir atkarīga no mērījumu punkta atrašanās vietas, darba instrumenta vai mašīnas tehniskā stāvokļa, ēkas īpašībām, darba metodēm utt. Lai iegūtu ticamus vibrācijas datus par kādu konkrētu instrumentu, mašīnu vai darba situāciju, mērījumi jāveic vairākkārt.

Vispirms ir jānosaka, kurā vietā vibrācija ir visstiprākā. Parasti vibrāciju mēra tajā vietā, kur tā tiek pārnesta uz cilvēka ķermeni un kur tā ir visstiprākā. Detalizētākas prasības parasti nosaka nacionālajos un starptautiskajos normatīvajos dokumentos. Latvijā pagaidām vienīgais dokuments, pēc kura var vadīties, mērot vibrāciju, ir Latvijas Valsts standarts LVS ENV 25349:1992 “Mehāniskā vibrācija. Norādījumi uz cilvēka roku pārvadītās vibrācijas mērīšanai un novērtēšanai” (Reģistrēts 1998. gada 28. maijā Nr. 1966). Nākotnē gaidāma arī citu starptautisko standartu adaptācija Latvijā, kā arī nacionālo normatīvo dokumentu pieņemšana.

Vibrācijas mērīšanas aprīkojums

Aprīkojums, kas paredzēts vibrācijas ietekmes novērtēšanai, sastāv no vibrācijas paātrinājuma uztvērēja (akselerometra), pastiprinātāja, frekvences analizējošiem un vidējo efektīvo lielumu nosakošiem elementiem un dažādām nolasišanas vai reģistrēšanas ierīcēm (*attēls 2.1.*) Šāda veida mēraparātus parasti sauc par svārstību mērītājiem vai svārstību dozimetriem.



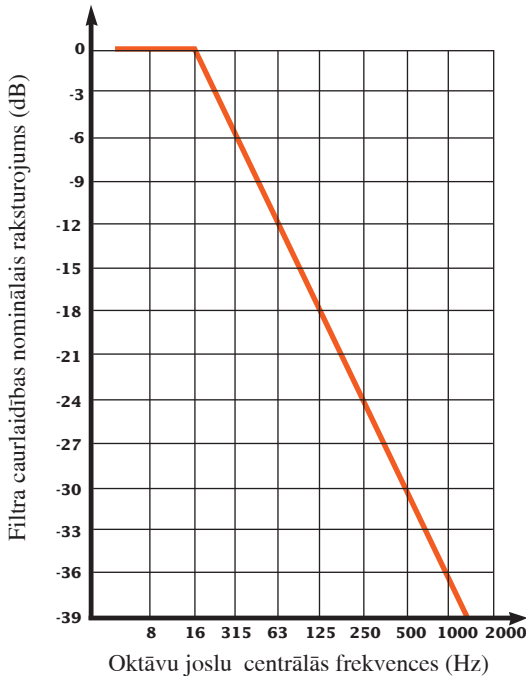
Attēls 2.1.: Plaukstas-rokas un visa ķermeņa vibrācijas mērīšanas iekārtas darbības princips shematisks attēlojums.

Gadījumos, kad nepieciešams sasniegt ļoti augstu mērījumu precizitāti, viens no būtiskākajiem faktoriem ir pareizs paātrinājuma uztvērēja stiprinājums pie vibrējošās virsmas.

Plauksta-rokas vibrācija

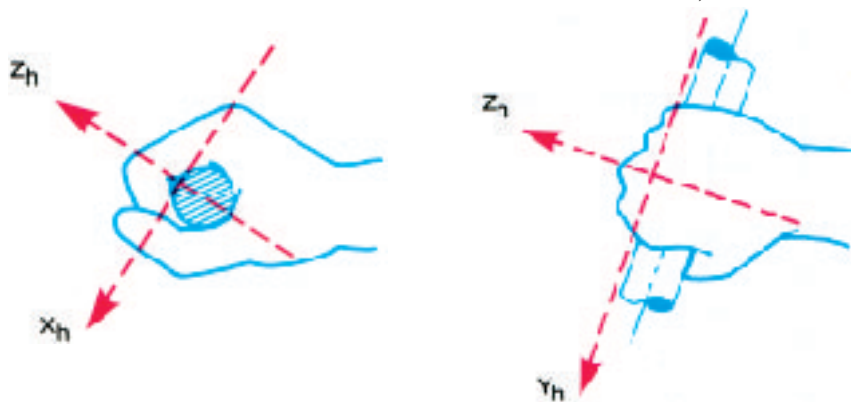
Mērījumus izdara uz darbarīka virsmas, tuvu vietai, kur vibrācija tiek pārvadīta uz roku. Ja roktura dažādās vietās vibrācijas lielums ir atšķirīgs, katrā attiecīgajā posmā, kas saskaras ar roku, mēra maksimālo lielumu. Ja starp roku un vibrējošo rokturi atrodas elastīgs materiāls (piemēram, roktura polsterējums), paātrinājuma uztvērēja piestiprināšanai starp roku un elastīgā materiāla virsmu izmanto īpašu adapteri (piemēram, plānu, atbilstoši izliektu metāla plāksnīti). Vienmēr tiek pievērsta uzmanība tam, lai paātrinājuma uztvērēja (akselometra) masa, lielums, forma un stiprinājuma veids neizmainītu vibrācijas padevi uz roku atbilstošajā frekvenču diapazonā.

Mērījumi aptver vismaz 5 Hz līdz 1500 Hz frekvenču diapazonu. Vibro paātrinājumu, ko nosaka vienai vai vairākām mērījumu asīm, var izteikt kā frekvenču izsvarto kopējo paātrinājumu vai kā atsevišķu paātrinājuma lielumu atsevišķās frekvenču joslās. Frekvenču izsvarošanas filtrs atbilst attēlā 2.2. attēlotajai raksturīknei.



Attēls 2.2.: Frekvenču izsvarošanas filtra slāpēšanas parametri, mērot vibrācijas iedarbību uz roku — plaukstu.

Uz roku pārnestās vibrācijas mēra un uzrāda atbilstoši mērījumu virzieniem (X_h , Y_h un Z_h) ortogonālā koordinātu sistēmā, kā tas parādīts attēlā 2.3. Attiecība starp vibrācijas devu un iedarbību, kas ir aprakstīta Latvijas standartā LVS ISO EN 25349, balstās uz paātrinājuma energoekvivalentu attiecībā uz frekvencēm, kas ikdienas iedarbojas 4 stundas. Ja faktiskais vibrācijas iedarbības laiks ir lielāks vai mazāks par 4 stundām, tad 4 stundām atbilstošo energoekvivalento paātrinājumu jāaprēķina.



Šajā pozīcijā rokas spiediens ir adekvāts tam, kas paredzēts cilindriskajam stienim 2 cm rādiusā.

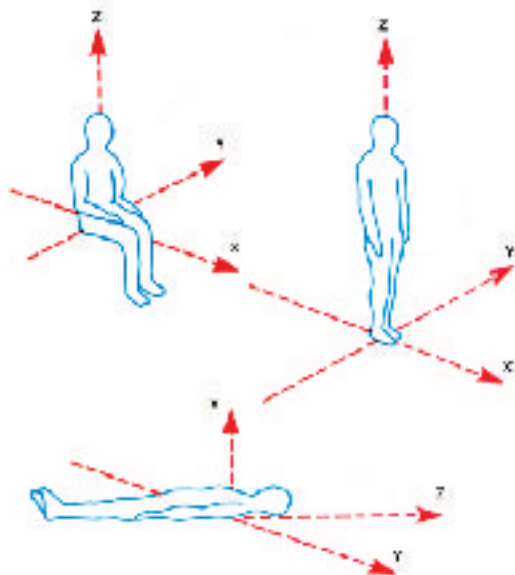
Ortogonalā koordinātu sistēmā ar centrējumu.

Attēls 2.3.: Rokas — plaukstas vibrācijas iedarbības mērīšanas virzienu koordinātu sistēma.

ISO standartā 5349 ir dota arī metode, kā aprēķināt 4 stundām atbilstošo energoekvivalento paātrinājumu, ja darba specifikas dēļ kopējo dienas slodzi veido vairāki atšķirīgi lielumi un iedarbības ilgumi.

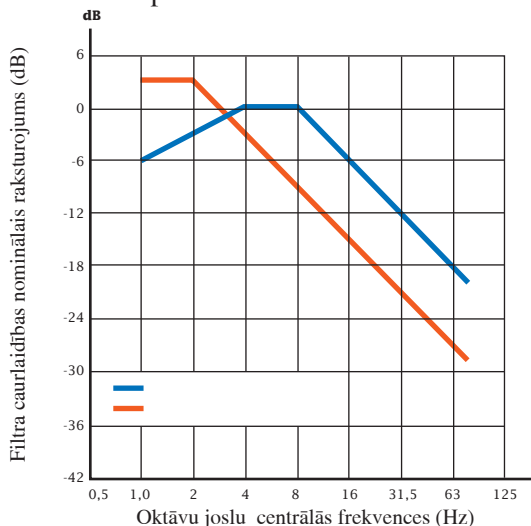
Visa ķermeņa vibrācija

Vibrācijas mērījumus veic iespējami tuvu vietai, kurā vibrācijas tiek pārvadītas uz ķermeni. Ja cilvēks stāv uz grīdas vai sēž uz cieta sēdekļa, tad mērierīces uztvērējam piestiprina pie grīdas. Ja starp ķermeni un nesošo atbalsta virsmu ir elastīgs materiāls, piemēram, sēdekļa polsterējums, starpā ievieto īpašas pēc atbilstošas formas izgatavotas mērplāksnes, piemēram, plānu sintētiska materiāla disku.



Attēls 2.4: Mērījumu virzienu koordinātu sistēma, mērot vibrācijas iedarbību uz visu ķermeni.

Ja vibrācija ķermenī nonāk vertikālā virzienā, tad, saskaņā ar ISO 2631, cilvēka organisms ir visjūtīgākais attiecībā pret paātrinājumu frekvenču robežās no 4 Hz līdz 8 Hz. Ja svārstības notiek horizontālā virzienā, vislielākais jūtīgums attiecībā pret vibrāciju ir robežās no 1 Hz līdz 2 Hz. Attēlā 2.5. ir parādītas ISO standartā noteiktie frekvenču parametri.



Attēls 2.5.: Frekvenču izsvaurošanas filtra slāpēšanas parametri, mērot vibrācijas iedarbību uz visu ķermeni.

Maksimāli pieļaujamās iedarbības robežas nav ieteicams pārsniegt bez īpaša iemesla un neveicot preventīvos pasākumus arī tajos gadījumos, kad cilvēks vibrācijai tiek pakļauts vienīgi pasīvā veidā.

3. VIBRĀCIJAS IEDARBĪBAS SEKAS

Vibrācijas iedarbība cilvēkam var izraisīt atšķirīgas sajūtas (ieskaitot patīkamas vai nepatīkamas izjūtas un sāpes) un radīt traucējumus dažādās darbības jomās (piemēram, lasīšana un roku kustību koordinācija). Vibrācija, kas iedarbojas uz visu ķermeni, var izraisīt arī fizioloģiskas un patoloģiskas reakcijas. Zemas frekvences ķermeņa svārstības (kuru frekvence ir zemāka par 0,5 Hz) var izraisīt jūras slimību (ceļojumu slimību).

3.1. VIBRĀCIJA, KAS IEDARBOJAS UZ ROKU UN PLAUKSTU

Plaukstu-rokas vibrāciju parasti izraisa pirkstu vai citas rokas daļas kontakts vai nu ar vibrējošu darbarīku, vai detaļu, kas tiek piespiesta vibrējošai virsmai. Turklāt bieži vien liela daļa vibrācijas tiek novadīta tālāk arī uz citām ķermeņa daļām, tādējādi vibrācijas kaitīgā iedarbība skar ne tikai nelielo zonu, kas atrodas tiešā kontaktā ar vibrācijas avotu.

Vibrācijas ietekme uz pirkstiem, plaukstu un roku izraisa virkni funkcionālu traucējumu. Apzīmējums “vibrācijas sindroms” attiecas uz pazīmēm un simptomiem, kurus var iedalīt piecās kategorijās:

- asinsrites traucējumi,
- kaulu un locītavu bojājumi,
- nervu sistēmas darbības traucējumi,
- izmaiņas muskuļos,
- citi vispārēji (visa organisma darbības) traucējumi.

Asinsrites traucējumi

Asinsrites traucējumi izpaužas kā asins cirkulācijas samazināšanās, ko visbiežāk var konstatēt, periodiski novērojot, ka pirkstu gali kļūst bāli. To sauc par arodizcelsmes Reino fenomenu, kas ir traumatiski vazospastiska saslimšana, balto pirkstu slimība jeb, kā to dēvē visbiežāk, - vibrācijas izraisītais vazospastiskais sindroms (VVS).

Vibrācijas izraisītais vazospastiskais sindroms dažās valstīs un arī Latvijā ir atzīts kā arodslimība.

Simptomu apraksts. Vienkāršākajā vibrācijas izraisītā vazospastiskā sindroma (VVS) gadījumā periodiski ir novērojams, ka kļūst bālas pirkstu falangas. Sākumā var būt skarts tikai viena pirksta gals, bet, vibrācijai iedarbojoties ilgstoši, simptomi var parādīties arī pārējos pirkstu galos un pat izplatīties visu ar vibrāciju saskarē esošo pirkstu garumā. Dažiem cilvēkiem var attīstīties pastāvīga cianoze. Ārkārtējos gadījumos var būt sastopama ādas nekroze un īpašos izņēmuma gadījumos - pirkstu atmiršana.

Vazospastiskās lēkmes izraisa aukstums (tādēļ tās visbiežāk novērojamas agros ziemas rītos), un tās turpinās vismaz 15-60 minūtes, līdz pirksti atkal sasilst. Šajā laikā pirkstu jutīgums ir pazeminājies tiktāl, ka kairinājumi, kas parasti izraisa sāpes vai bojājumus (augstas temperatūras vai ievainojumu ietekmē), netiek uzreiz pamanīti. Arī pirkstu veiklība un taustes sajūta ir pazeminājusies, tādēļ darbu normāli var uzsākt tikai tad, kad lēkme ir pārgājusi. Kad asinsrite, lēkmei beidzoties, atkal normalizējas, līdz ar pirkstu sārtošanos ir izjūtamas sāpes.

Iedalījums dažādās slimības stadijās. Daži mediķi ir izstrādājuši slimības iedalījumu dažādās stadijās, apkopojot - no vienas puses - datus par pirkstu nejutīguma, tirpšanas un bāluma rašanos dažādos gadalaikos, par ko ir sūdzējušies cietušie, un - no otras puses - pacientu sūdzības par traucējumiem, kas izjusti darbā un brīvā laika nodarbībās (*skat. tabulu 3.1.*). Lai novērtētu pirkstu bāluma rašanās smaguma un darba izpildes traucēšanas pakāpi, nepieciešams speciālistu vērtējums, kas tomēr var būt ļoti subjektīvs, jo tas ir ārsta viedoklis par cietušā individuālām sūdzībām par simptomiem. Iedalījums dažādās slimības stadijās parasti tiek veikts pēc stiprāk skartās rokas.

STADIJA	PIRKSTU STĀVOKLIS	TRAUCĒJUMI DARBĀ UN BRĪVĀ LAIKA NODARBĒS
0	Pirksti nekļūst balti	Sūdzību nav
0(T)	Periodiska tirpšanas sajūta	Netraucē veikt darbības
0(N)	Periodiski parādās nejutīgums	Netraucē veikt darbības
1	Kļūst balts viens vai vairāki pirkstu gali, ar vai bez nejutīguma vai tirpšanas	Netraucē veikt darbības
2	Kļūst balts viens vai vairāki pirksti visā garumā, nejutīgums, parasti tikai ziemas periodā	Viegli traucētas brīvā laika nodarbes, netiek traucēts darbs
3	Plašas baltās zonas, parasti abu roku visiem pirkstiem, parādās gan vasarā, gan ziemā	Nepārprotami tiek traucēta darba izpilde un brīvā laika nodarbes. Ierobežotas iespējas nodarboties ar vaļasprieku
4	Plašas baltās zonas abu roku visiem pirkstiem, bieži parādās gan vasarā, gan ziemā	Pazīmju un simptomu smaguma dēļ nepieciešams mainīt darbu, lai novērstu turpmāku vibrācijas iedarbību

Tabula 3.1.: Reino sindroma simptomu stadijas.

Asinsrites traucējumu cēloņi. Asinsrites traucējumi visbiežāk sastopami darba procesos, kuros katru dienu ilgu laiku tiek veikts darbs ar vibrējošiem instrumentiem. Vibrācijas izraisītais vazospastiskais sindroms visbiežāk novērojams apkalpojošajam personālam, kas strādā ar sītienu izdarošiem metālapstrādes instrumentiem, slīpējamām mašīnām un citiem rotējošiem darbarīkiem, atskaldāmiem āmuriem un urbja mašīnām kalnrūpniecībā, ķēžu zāģiem utt. VVS visbiežāk izraisa tie instrumenti, kuru vibrācijas frekvence ir robežās no 25 Hz līdz 250 Hz.

Attiecība starp devu un iedarbību. Vibrācijas ietekme ir atkarīga no frekvences, iedarbības virziena un ilguma, kā arī no tās lieluma. Šie faktori kopā veido efektīvo devu. Visi minētie lielumi var būt mainīgi atkarībā no tā, kādā veidā vibrācija iekļūst ķermenī, un ir atkarīgi no satveršanas spēka, piespiešanas spēka un rokas stāvokļa.

Neapšaubāmi, liela ietekme ir arī citiem faktoriem (piemēram, individuālajam jūtīgumam, instrumenta izmantošanas paņēmieniem, roktura konstrukcijai), tādējādi arī tie ir izmantojami negatīvās iedarbības samazināšanai. Laiku no pirmās vibrācijas iedarbības reizes līdz kaitējuma pazīmju vai simptomu parādīšanās brīdim sauc par latentu periodu. Ir nepārprotami pierādījies, ka vibrācijas iedarbības laiks līdz pirmo VVS simptomu izpausmes brīdim ir apgriezti proporcionāls vibrācijas iedarbības lielumam. Ja VVS rašanās vibrācijas iedarbībai pakļautajā darbinieku grupā (piemēram, cilvēku skaits, kuriem mēdz kļūt balti pirksti) ir atkarīga no vibrācijas iedarbības, tad VVS biežumu (prevalence) nosaka arī personu skaits, kas no jauna tiek iekļautas vibrācijas iedarbībai pakļautajā grupā vai arī aiziet no tās. Augsts biežuma rādītājs ir sastopams nemainīga sastāva cilvēku grupā, kas pakļauti spēcīgai vibrācijas iedarbībai īsu laiku vai mazākai vibrācijas iedarbībai ilgākā laika periodā. Vibrācijas izraisīto saslimšanu skaitu var samazināt, ja, izmainoties darba ražīgumam, tiek piesaistīti jauni darbinieki, kas nomaina tos, kuri vibrācijas iedarbībai ir bijuši pakļauti ilgāku laiku. Tādēļ VVS biežuma aprēķini nav pārāk precīzi.

Saskaņā ar vairākām šobrīd spēkā esošajām normām (piemēram, ISO 5349) ir paredzams, ka vibrācijas slodzei ar $2,8 \text{ m/s}^2$ (frekvencēm mērīta paātrinājuma efektīvā vērtība), ikdienas iedarbojoties 8 stundas (vai attiecīgi $4,0 \text{ m/s}^2$ ikdienas iedarbojoties 4 stundas), vairāk kā 10 % vibrācijas iedarbībai pakļauto nodarbināto pēc vairāk kā astoņiem darba gadiem parādīsies pirmie VVS simptomi. Aptuvenie laika periodi, kad var sagaidīt pirmo VVS simptomu parādīšanos 10% vibrācijas iedarbībai pakļauto nodarbināto, ir atkarīgi no vibrācijas stipruma un ikdienas iedarbības ilguma. Tie ir apkopoti tabulā 3.2..

Ikdienas iedarbības ilgums	Iedarbības ilgums darba dzīves laikā					
	½ gads	1 gads	2 gadi	4 gadi	8 gadi	16 gadi
15 min.	256,0	128,0	64,0	32,0	16,0	8,0
30 min.	179,2	89,6	44,8	22,4	11,2	5,6
1 h	128,0	64,0	32,0	16,0	8,0	4,0
2 h	89,6	44,8	22,4	11,2	5,6	2,8
4 h	64,0	32,0	16,0	8,0	4,0	2,0
8 h	44,8	22,4	11,2	5,6	2,8	1,4

Tabula 3.2.: Pa frekvencēm izmērīti vibrācijas slodzes lielumi, kuriem iedarbojoties ilgāku laiku, jārēķinās, ka 10% vibrācijas iedarbībai pakļauto darbinieku radīsies pirkstu asinsrites traucējumi.

Kaulu un locītavu bojājumi

Dažās valstīs vibrācijas rezultātā radušās kaulu un locītavu deformācijas jau ilgus gadus ir atzītas par arodslimībām. To pazīmes un simptomi izpaužas kā stīvums un sāpes dažādos augšējo ekstremitāšu rajonos, kaulu cistas, citi roku un roku locītavu bojājumi, izmaiņas elkoņu locītavās un problēmas plecu rajonā.

Daudzi no minētajiem simptomiem ir sastopami arī cilvēkiem, kuri veic roku darbu, bet nav pakļauti vibrācijas iedarbībai. Tādēļ katrā atsevišķajā gadījumā nosakot, cik lielā mērā problēmu ir radījuši vai pasliktinājuši vibrācijas iedarbība, var rasties zināmas grūtības. Neraugoties uz to, problēmas, kas šeit parādās, var būt ļoti nopietnas.

Kaulu un locītavu bojājumus galvenokārt izraisa tādu instrumentu izmantošana, kuri izdara sitienus. Šāda veida kaitējumus visbiežāk nodara atskaldāmie āmuri metālapstrādē, kniedēšanas instrumenti, kā arī skaldīšanas darbarīki, kurus izmanto kalnrūpniecībā un akmeņu skaldīšanai.

Nervu darbības traucējumi un muskuļu bojājumi

VVS lēmju laikā pirkstu jūtīgums ir pazeminājies tiktāl, ka tiek paciestas ekstremālas temperatūras un citi kairinājumi, kas parasti izraisa sāpju sajūtu. Dažas no šīm izmaiņām, kas rodas uz laiku samazinātās asinsrites dēļ, piemēram, stipri zem normālā līmeņa pazeminājusies pieskārienu sajūta (attiecībā uz sāpēm, spiedienu, vibrāciju, temperatūru), var parādīties arī pirkstu bāluma lēmju starplaikā. Šādos gadījumos konstatētās nervu vadīšanas ātruma izmaiņas var attīstīties neatkarīgi no VVS simptomiem.

Nervu darbības traucējumus izraisa ļoti dažādas svārstību frekvences. Ir arī dati, kas liecina par taustes sajūtas samazināšanos, ko izraisa zobārstniecībā izmantojamo urbju vibrācija.

Saistībā ar instrumentu vibrāciju ir zināmi muskuļu atrofijas gadījumi, kā arī ķēžu zāģu lietotāju vidū ir novērojama satveršanas spēka samazināšanās.

Citi funkciju traucējumi

Plaukstu vibrācija caur roku var tikt pārnesta uz pleciem, galvu un citām ķermeņa daļām. Vibrācijas izplatība ir atkarīga no svārstību veida (frekvences un virziena) un no rokas stāvokļa. Vairāki pētījumi liecina, ka rokas - plaukstu vibrācijai pakļautajiem cilvēkiem ir novērojami daudzi simptomi, kas nav lokalizēti plaukstas un rokas rajonā. Tādēļ nav pamata uzskatīt, ka visas uz plaukstu - roku iedarbojošās vibrācijas iedarbības izpausmes meklējamas vienīgi augšējo ekstremitāšu rajonā.

3.2.VIBRĀCIJAS, KAS IEDARBOJAS UZ VISU ĶERMENI

Vibrācijas novadīšana uz ķermeni un vibrācijas iedarbība uz ķermeni lielā mērā ir atkarīga no ķermeņa stāvokļa. Tādēļ vibrācijas iedarbība uz visu ķermeni var būt ļoti atšķirīga atkarībā no cilvēka individuālajām īpatnībām un vecuma. Vibrācijai iedarbojoties uz visu ķermeni, sekas vienmēr nebūs vienādas.

Simptomu apraksts. Dažas no sekām, ko izraisa vibrācijas iedarbība uz visu ķermeni, ir grūti atšķirt no sekām, ko rada, piemēram, nepareizs auguma stāvoklis sēžot, smagumu celšana un vecuma kaites. Vienas no visbiežāk minētajām saslimšanām ir saistītas ar mugurkaula bojājumiem, t.i. galvenokārt deģeneratīvas izmaiņas. Protams, vibrācija nav vienīgais saslimšanas iemesls mugurkaula - gurnu rajonā. Ļoti atšķirīgā individuālā noturība pret deģeneratīvām izmaiņām, to plašā izplatība iedzīvotāju vidū un daudzās atlasēs metodes pirms darba uzsākšanas bieži vien var apgrūtināt viena atsevišķa darba procesa radīta slodzes faktora konstatēšanu.

Bieži vien sāpju simptomi mugurkaula — gurnu rajonā parādās jau pirms tam, kad deģeneratīvas izmaiņas ir iespējams konstatēt rentgenoloģiskā ceļā. Tomēr ilgstoši šādu simptomu izpausmes periodi dažkārt var liecināt par iespējamu mugurkaula disku bojājumu. Ir dati, kas mugurkaula disku nobīdes saista ar vibrācijas ietekmi, galvenokārt strādājot uz apvidus mašīnām (zemes darbu, lauksaimniecības un mežizstrādes mašīnām), kā arī kravas un vieglajām automašīnām.

Citi traucējumi, par kuru cēloni dažreiz uzskata vibrācijas ietekmi, ir vēdersāpes, gremošanas traucējumi, urīnceļu saslimšanas, prostatīts, līdzsvara traucējumu pastiprināšanās, redzes traucējumi, galvassāpes, bezmiegs un līdzīgi simptomi.

Kaitējumu cēloņi. Darba apstākļu radīti priekšnoteikumi, kad ir iespējamas saslimšanas, kas saistītas ar vibrācijas ietekmi uz visu ķermeni, pastāv tur, kur vibrācija traucē labsajūtu, t.i., darbā, kas saistīts ar apvidus mašīnām, ielu satiksmes līdzekļiem, helikopteriem, motorkuģiem, ražošanas iekārtām un citos līdzīgos darba apstākļos.

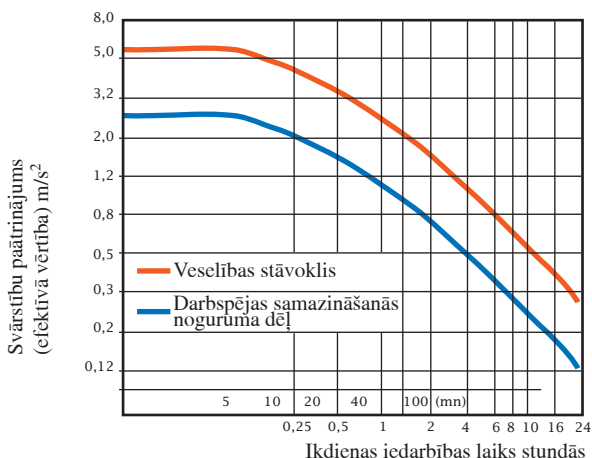
Attiecība starp devu un iedarbību. Tā kā nav pilnīgu zināšanu par vibrācijas iedarbības veidu un nav zināms, kāda proporcionāli ir dažādu vibrācijas stiprumu, frekvenču un iedarbības ilgumu nozīme, vibrācijas novērtēšanas standarti nosaka vibrācijas mērīšanas un novērtēšanas metodes atkarībā no tās iedarbības. Šie standarti galvenokārt balstās uz atziņām par subjektīvajām reakcijām uz vibrācijas iedarbību, ķermeņa biomehānisko reakciju mērījumiem un zināmu pieredzi par vibrācijas ietekmi darba procesā, ieskaitot epidemioloģiskus pētījumus.

Starptautiskā ISO 2631 standarta pamatā ir kompleksi kontrollielumi atkarībā no iedarbības ilguma, kas norāda, kā jāsamazina vibrācijas iedarbības efektīvā vērtība, ja iedarbības ilgums palielinās no 1 minūtes līdz 24 stundām. Jaunākajās vibrācijas iedarbības laika novērtējuma metodēs skaitliskai vibrācijas devas noteikšanai tiek izmantota vienkāršāka laika funkcija. Šo metodi var pielietot īslaicīgu svārstību un triecienu, kā arī nemainīgu, stohastisku svārstību novērtēšanai. ISO 2631 standarta iedarbības kontrollielumi izvēlētiem laika posmiem no 1 minūtes līdz 24 stundām ir parādīti attēlā 3.1. Šie lielumi neattiecas uz frekvencēm ārpus 1 Hz līdz 80 Hz frekvenču diapazona un uz iedarbības laiku, kas mazāks par 1 minūti. Tie ir izmantojami tikai attiecībā uz pastāvīgu vibrāciju, nevis uz triecieniem. Pēc iedarbības kontrollielumiem nevar spriest par specifisku saslimšanu iespējām vai salīdzinošu iedarbību; tie tiek noteikti tādēļ, ka tie atbilst aptuveni pusei no sāpju sliekšņa augstuma. Kontrollielumi visdrīzāk saskan ar praktiskās pieredzes gaitā iegūtajiem lielumiem, kad iedarbības ilgums ikdienā ir no vienas līdz četrām stundām.

Alternatīva metode, kas tiek piedāvāta ISO 2631 standarta pārstrādātajā jaunās redakcijas projektā, balstās uz vienkāršāku laika funkciju, kuru iespējams izmantot attiecībā uz iedarbības ilgumu no sekundes daļām līdz

24 stundām un kuras pamatā ir “fourth power” metode (ceturtās jaudas metode), kurā vibrācijas lielums dalās uz pusi, ja iedarbības ilgums palielinās sešpadsmitkārtīgi. Šī laika funkcija ir devas mērīšanas sastāvdaļa.

Lai novērtētu vibrācijas lielumu, nepieciešams noteikt vibrācijas devu. Vibrācijas devu var vai nu izmērīt tieši (vibrācijas devas lielums), vai - visbiežāk - tiek noteikta kā aprēķinātā vibrācijas deva atkarībā no vibrācijas efektīvās vērtības un iedarbības ilguma.

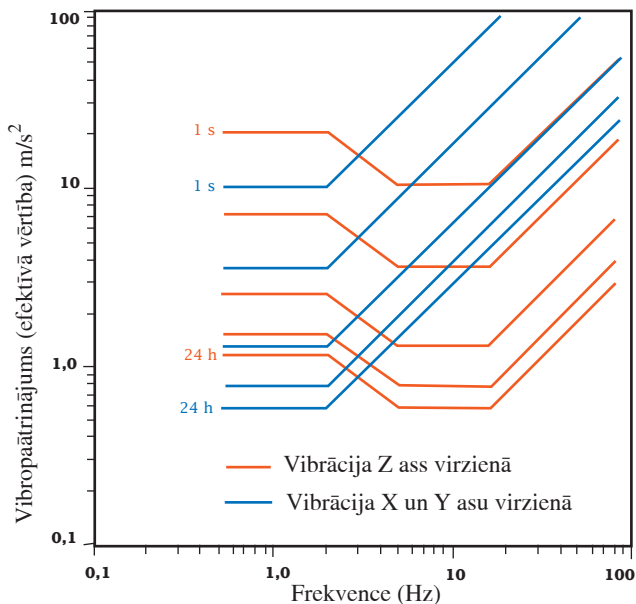


Attēls 3.1.: Iedarbības kontrolielumi, vibrācijai iedarbojoties uz visu ķermeni, ja iedarbības laiks ir 1, 16 un 25 minūtes, kā arī 1, 2,5, 4, 8 un 24 stundas.

Ja vibrācijas iedarbība ir nemainīga, bez triecieniem, aprēķināto vibrācijas devas lielumu nosaka pēc efektīvās vērtības a_w un iedarbības laika t :

$$\text{Aprēķinātais vibrācijas devas lielums} = 1,4 \times a_w \times t^{1/4} \text{ (m/s-1,75)}$$

Liela aprēķinātās vibrācijas devas negatīvi ietekmē labsajūtu, izraisa sāpes un saslimšanas. Vibrācijas devas, kas pārsniedz 15 m/s-1,75, parasti stipri pasliktina pašsajūtu. Ir nepārprotami konstatējams, ka spēcīgākas vibrācijas iedarbības rezultātā palielinās kaitējuma risks. Attēlā 3.2. ir parādītas ievērojama pašsajūtas pasliktināšanos izraisošas vibrācijas efektīvās vērtības robežas starp 0,5 Hz un 80 Hz iedarbības laikā no 1 sekundes līdz 24 stundām. Atkarība no frekvences lieluma, kas attēlota 3.3. attēlā, arī atbilst priekšlikumam jau pieminētajā ISO 2631 standarta pārstrādātajā jaunās redakcijas projektā. Tā nedaudz atšķiras no frekvences atkarības, kas ir norādīta patlaban spēkā esošajā ISO 2631 standarta redakcijā.



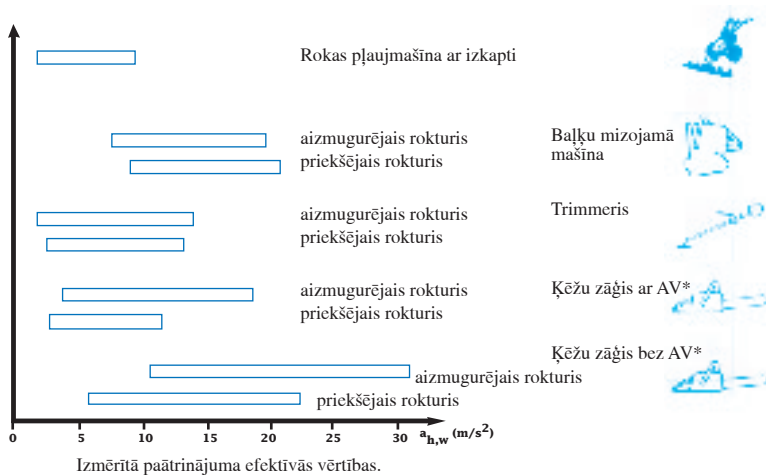
Attēls 3.3.: Vibrācijas iedarbības efektīvā vērtība, kas atstāj ievērojamu negatīvu ietekmi uz veselību, atbilstoši aprēķinātajam vibrācijas devas lielumam $15m/s^{-1},75$.

4. VIBRĀCIJAS IEDARBĪBAS PIEMĒRI

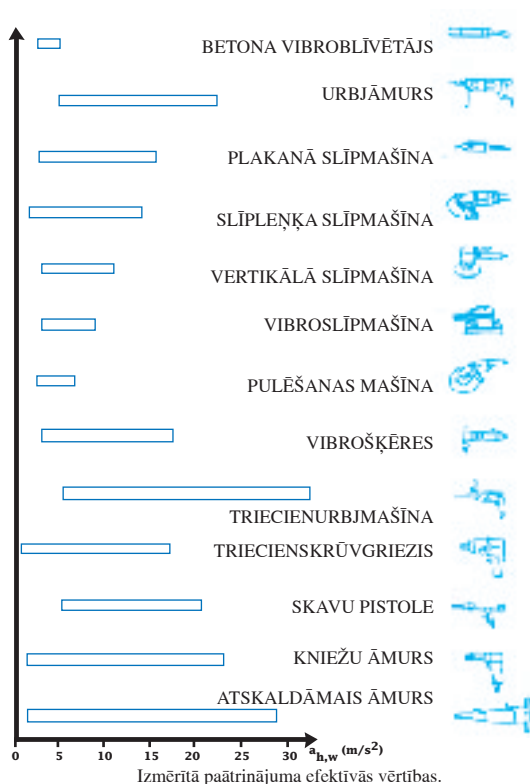
Tabulas 4.1., 4.2., 4.3. un 4.4. sniedz pārskatu par rokas plaukstas un ķermeņa vibrācijas mērījumu rezultātiem, kas ir ņemti no vairāku Eiropas darba aizsardzības institūciju vai līdzīgu organizāciju datu bāzēm. Tajās ir izmantoti arī tiešu, darba vietās veiktu mērījumu rezultāti. Nav ņemti vērā mērījumu rezultāti ekstremālu iedarbību apstākļos (piemēram, izmēģinājumu braucienu laikā iegūtie dati).

Tabulās 4.1. un 4.2. ir redzami rokas instrumentu izmērīto paātrinājumu efektīvo vērtību $a_{h,w}$ vidējie lielumi un atsevišķi izmērīto lielumu robežas, kas izmērīti dominējošajā mērījumu virzienā, vietā starp rokturi un roku, kurā ir vislielākais svārstību paātrinājums.

Tabulās 4.3. un 4.4. ir redzami transporta līdzekļu un ražošanas iekārtu vertikālo izmērīto paātrinājumu efektīvo vērtību $a_{h,w}$ vidējie lielumi un atsevišķi izmērīto lielumu robežas, kas izmērīti vietā, kur vibrācija tiek pārvadīta uz ķermeni, t.i., starp sēdekli un sēžamvietu vai grīdu un vibrācijas iedarbībai pakļauto cilvēku kājām. Tā kā darbā ar dažiem transporta līdzekļiem darbinieki ir pakļauti arī ievērojamai vibrācijas iedarbībai horizontālā virzienā (piemēram, iekrāvējs, buldozers utt.), ir doti arī mērījumu rezultāti horizontālā krūšu - muguras virzienā.

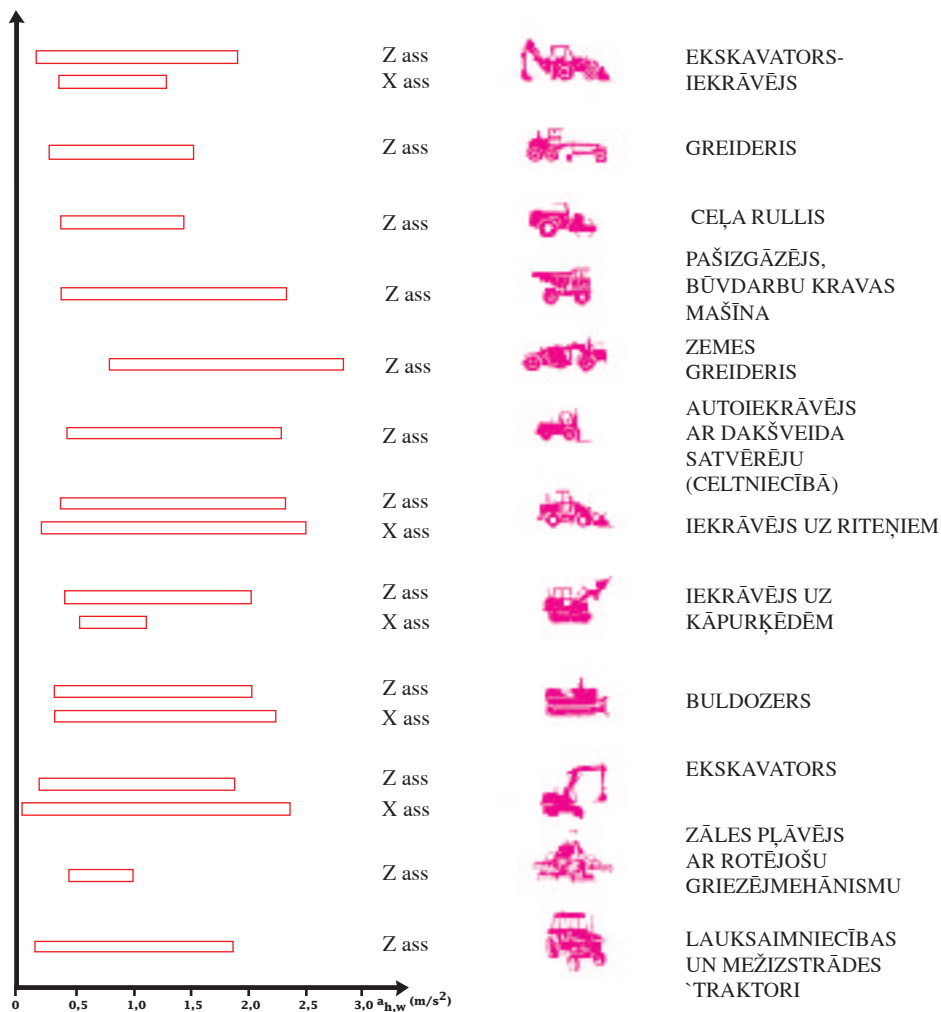


Tabula 4.1.: Vibrējošu rokas instrumentu radītā vibrācijas slodze rokas - plaukstu rajonā. Mērījumu rezultātu apkopojums.



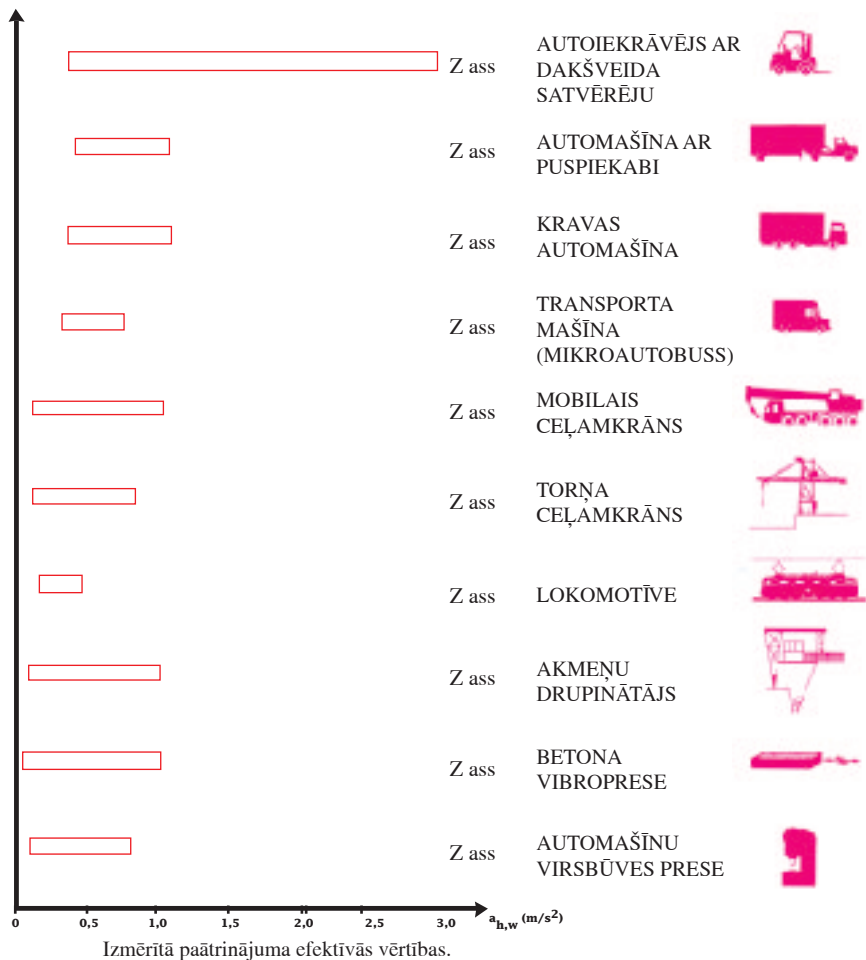
Tabula 4.2.: Vibrējošu darba instrumentu radītā vibrācijas slodze rokas - plaukstu rajonā. Mērījumu rezultātu apkopojums.

* AV - pretvibrācijas (antivibrācijas) sistēma



Izmērītā paātrinājuma efektīvās vērtības.

Tabula 4.3.: Ķermeņa vibrācijas slodze, ko rada zemes darbu mašīnas un mežizstrādes traktori. Mērījumu rezultātu apkopojums.



Tabula 4.4.: Ķermeņa vibrācijas slodze, ko rada transporta līdzekļi, pacelāji un darbagaldi. Mērījumu rezultātu apkopojums.

5. AIZSARDZĪBA PRET VIBRĀCIJAS IEDARBĪBU

5.1. TEHNISKIE PASĀKUMI VIBRĀCIJAS IEDARBĪBAS NOVĒRŠANAI

Tehniskos risinājumus, kas palīdz uzlabot vibrācijas iedarbībai pakļauto darbinieku darba apstākļus, var iedalīt divās grupās:

- *Vibrācijas samazināšana tās rašanās vietā (avotā).*
- *Vibrācijas pārvešanas uz apkalpojošo personālu samazināšana.*

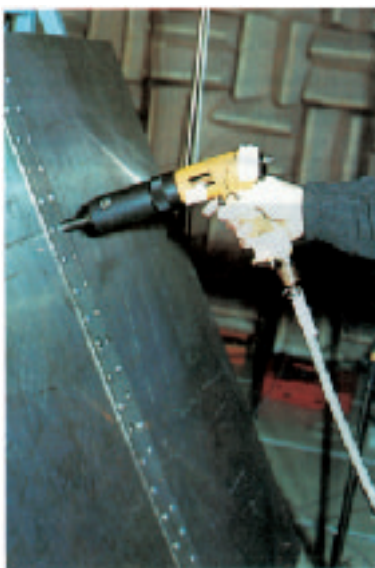
Plaukstu-rokas vibrācija

Vibrācijas samazināšana tās rašanās vietā

Šajā grupā ietilpst visi pasākumi, kas vērsti uz vibrācijas samazināšanu, stipri vibrējošus rokas instrumentus aizstājot ar mazāk vibrējošām iekārtām vai instrumentiem, kuri darbojas uz citiem principiem. Bieži vien darba metodes, kurās tiek izdarīti sitieni, tiek aizstātas ar nepārtrauktas darbības sistēmām.

Kniedēšanas āmuri

Joprojām plaši tiek izmantoti pneimatiskie kniežu āmuri, kas izraisa ievērojamu vibrācijas slodzi. Šos instrumentus ļoti daudzos gadījumos var aizstāt ar kniežu presēm, kas to pašu darbu paveic bez vibrācijas un trokšņa.



Triecienskrūvgrieži

Vibrācijas slodzi, ko rada triecienskrūvgrieži (vidēji vai cieši savilkta skrūvju gadījumā mērijumi uzrādīja $a_{h,w} = 7 \text{ m/s}^2$ līdz 16 m/s^2) var pilnībā novērst, izmantojot rotācijas skrūvgriežus. Vienlaikus ievērojami samazinās trokšnis.

Atskaldāmie āmuri

Atskaldāmie āmuri, ko izmanto lietņu apstrādei un metināšanas šuvju apdarināšanai, kā arī akmens apstrādē, rada lielu vibrācijas slodzi rokām ($a_{h,w} = 8 \text{ m/s}^2$ līdz 15 m/s^2). Izdedžu atskaldīšanas āmuram ar samazinātu atsitienu šie rādītāji ir daudz zemāki - aptuveni $a_{h,w} = 3 \text{ m/s}^2$.



Urbjāmuri

Darbības principa un konstruktīvo izmaiņu rezultātā urbjāmuri atšķirībā no līdz šim izmantotajiem triecienurbjiem rada daudz mazāku vibrāciju rokām. Izmantojot tos, vairs nav nepieciešams pielikt lielu spiediena spēku, kā tas bija jādara līdz šim. Izmantojot urbjāmuru, izmērītais svārstību paātrinājums

samazinās no $a_{h,w} = 26 \text{ m/s}^2$ (triecienurbjiem) uz pusi $a_{h,w} = 13 \text{ m/s}^2$.

Atskaldāmie āmuri

Pneimatiskie atskaldāmie āmuri tradicionāli ir kalpojuši kā vibrāciju un troksni izraisošu instrumentu piemērs. Tos plaši izmanto kalnrūpniecībā un celtniecībā. Šajās nozarēs izmērītā vibrācijas slodze ir no $a_{h,w} = 12 \text{ m/s}^2$ līdz $a_{h,w} = 22 \text{ m/s}^2$. Vairāki ražotāji ir sākuši piedāvāt atskaldāmos āmurus ar samazinātu vibrāciju, kuru laboratorijas izmēģinājumu laikā sasniegtā vibrācijas slodze ir $a_{h,w} = 5 \text{ m/s}^2$ un $a_{h,w} = 7 \text{ m/s}^2$.



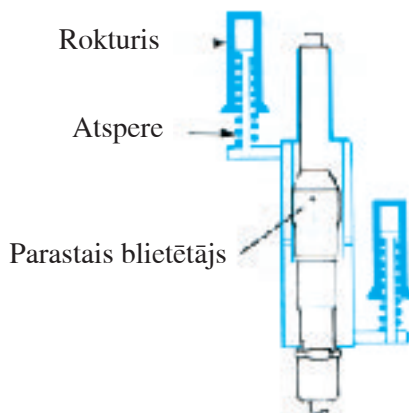
Šie piemēri par iekārtām ar samazinātu vibrāciju parāda, ka pastāv daudzas iespējas samazināt vibrācijas slodzi darba vietās.

Vibrācijas pārnešanas samazināšana

Šajā grupā ir apkopoti visi pasākumi, kas nemainīgas vibrācijas rašanās apstākļos samazina instrumenta vibrācijas novadišanu uz roku, izmantojot amortizāciju.

Blietētājs

Blietētājs, ko parasti izmanto lietuves un metalurģiskajās rūpnīcās, rada ļoti lielu abu roku vibrāciju (starp $a_{h,w} = 15 \text{ m/s}^2$ un $a_{h,w} = 50 \text{ m/s}^2$). Tā kā, strādājot ar šo darbarīku, to nav nepieciešams piespiest ar spēku, bet gan vienīgi vadīt ar rokām, rokturus ir iespējams aprīkot ar amortizatoru (attēls 5.1.) un līdz ar to samazināt vibrācijas slodzi līdz $a_{h,w} = 1 \text{ m/s}^2$ un $a_{h,w} = 10 \text{ m/s}^2$.



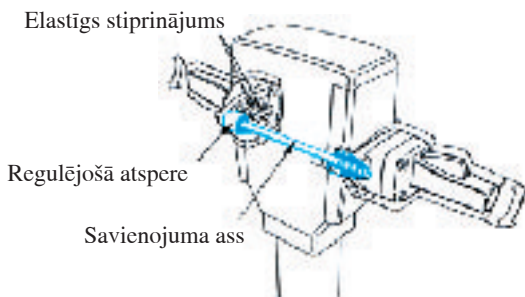
Attēls 5.1.: Rokturi ar amortizētu vibrāciju, kas piestiprināti parastajam pneimatiskajam blietētājam.

Ķēžu motorzāģi

Ja abi motorzāģa rokturi ir piestiprināti ar cieto stiprinājumu, motora un ķēdes vibrācija rada lielu vibrācijas slodzi rokām. Salīdzinošajos mērījumos mežu darbos dažādi ķēžu motorzāģi ar cieti piestiprinātajiem rokturiem sasniedza vibrācijas slodzi līdz pat 20 m/s^2 . Turpretim jau ilgāku laiku veiksmīgi izmantotie rokturu stiprinājumi ar atsperu un slāpējošu elementu palīdzību (pretvibrācijas rokturi) pazemina vibrācijas slodzi līdz $a_{h,w} = 5 \text{ m/s}^2$ un $a_{h,w} = 15 \text{ m/s}^2$.

Atskaldāmie āmuri

Līdzās iepriekš aprakstītajai iespējai samazināt vibrācijas slodzi, izmainot darbības principu, atskaldāmajiem āmuriem ir izstrādātas arī vibrāciju slāpējošas rokturu sistēmas, kurās ar pretvibrācijas roktura palīdzību ir iespējams ievērojami samazināt vibrācijas iedarbību uz roku (attēls 5.2.). Salīdzinošie mērījumi liecināja, ka vibrācijas iedarbība, pateicoties šiem pretvibrācijas rokturiem, samazinājās no $a_{h,w} = 22 \text{ m/s}^2$ līdz $a_{h,w} = 6 \text{ m/s}^2$.



Attēls 5.2.: Kustīgs, atsperīgs rokturu stiprinājums pie smaga atskaldāmā āmura (shematisks zīmējums).

Akmens apstrādes atskaldāmie āmuri

Pneimatiskajiem atskaldāmajiem āmuriem, ko izmanto akmens (arī lietņu) apstrādei, tika izstrādāta vibrāciju slāpējoša čaula, lai aizsargātu roku, kura vada kaltu. Šis īpašais aizsargaprīkojums, ko var papildus uzstādīt jau esošajiem atskaldāmajiem āmuriem, ļauj neierobežoti precīzi vadīt atskaldāmo āmuru un regulēt darbarīka skaldīšanas jaudu. Gravējot ierakstu cietā akmenī, pateicoties amortizējošajai čaulai, vibrācijas iedarbība tika samazināta no $a_{h,w} = 18 \text{ m/s}^2$ līdz $a_{h,w} = 4 \text{ m/s}^2$.

Šis nebūt ne pilnīgais rokturu praktisko pārveidojumu un manipulāciju palīgierīču uzskaitījums parāda, ka ir iespējams efektīvi samazināt lielu vibrācijas slodzi, kas iedarbojas uz rokām.

Ķermeņa (vispārējā) vibrācija

Vibrācijas samazināšana tās rašanās vietā (avotā)

Svarīgākais uzdevums ir mērķtiecīgi izvēlēties transporta līdzekli vai darba mašīnu un atbilstošu darba uzdevumu, veikt iekārtu plānveida apkopi un uzturēt tās kārtībā, mērķtiecīgi informēt apkalpojošo personālu par visatbilstošākajām darba metodēm. Dažreiz vēlams izmainīt darba veidu, piemēram, turp un atpakaļ kustošas mašīnu daļas aizstāt ar rotējošām; ķēdes nomainīt pret siksnām; urbt, nevis štancēt, sist vai blietēt; presēt, nevis sist; līmēt, nevis kniedēt.

Piemērotas metodes ir rotējošu masu konsekventa balansēšana, kā arī masas palielināšana, lai izmainītu iekārtas pašfrekvenci. Mašīnu apgriezīnu skaitu un turpu šurpu kustošos iekārtu daļas vajadzētu izvēlēties tā, lai mašīnu radītās vibrācijas neatrastos frekvenču diapazonā, pret kurām cilvēka organisms ir īpaši jūtīgs (kā tas ir, piemēram, strādājot uz vibrējoša ceļu ruļļa). Jānogludina nelīdzenās virsmas, pa kurām pārvietojas transporta līdzekļi (iesaisīt buldozerus, kas nolīdzina platības, pa kurām pārvietojas zemes darbu mašīnas; sametināt tiltu celtnu sliežu savienojumus; likvidēt bedres fabrikas teritorijā, kur pārvietojas autoiekrāvēji).

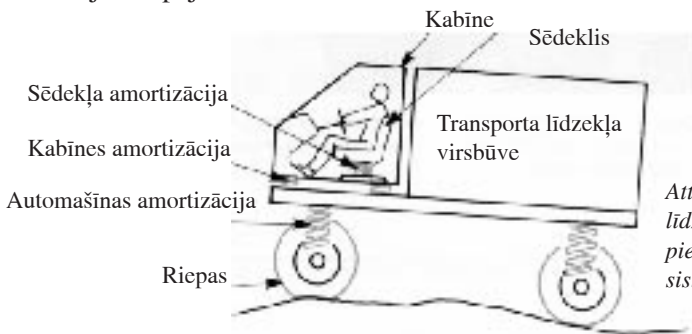
Vibrācijas pārnešanas samazināšana

Eksistē divas savstarpēji papildinošas iespējas, kā samazināt vibrācijas iedarbību uz cilvēku:

- starp vibrācijas avotu un apkalpojošo personālu izvietot amortizējošus elementus;
- izveidot ergonomisku darba vietu, atbilstoši izvēloties sēdekļus, kas palīdz uzlabot nodarbinātā ķermeņa stāvokli un samazināt uz ķermeni pārvadīto vibrāciju.

Amortizējošie elementi

Transporta līdzekļi vibrācijas pārvešanu uz vadītāju var samazināt, izvietojot vibrāciju slāpējošus elementus dažādās automašīnas vietās (*attēls 5.3.*).



Attēls 5.3.: Transporta līdzekļa iespējamie piekares un amortizējošo sistēmu risinājumi.

Riepas

Lielākā daļa transporta līdzekļu ir aprīkoti ar pneimatiskajām riepām. Izņēmums ir daži autoiekrāvēji ar dakšveida satvērēju, kuriem ir pilngumijas riepas, un dažas apvidus mašīnas, kurām ir kāpurķēdes. Pneimatiskās riepas amortizē nelielus braucamā ceļa nelīdzenumus. No otras puses, tās var radīt zemas frekvences svārstības un sānisku svaidīšanos, piemēram, apvidus mašīnām. Dažos gadījumos tādēļ ieteicams izvēlēties cietākas riepas.

Automašīnas amortizācija

Lielākajai daļai zemes darbu mašīnu (izņemot modernos pašizgāzējus), lauksaimniecības un mežizstrādes traktoru, kā arī autoiekrāvēju starp ritošo daļu un rāmi nav amortizācijas elementu. Kravas mašīnās līdzšinējās puseliptiskās amortizācijas sistēmas aizvien vairāk aizvieto paraboliskās un pneimatiskās amortizācijas sistēmas, kas ļauj labāk uzraudzīt braukšanas stāvokli. Ja automašīnas detaļas savā starpā ir savienotas ar šarnīrveida savienojumu, kā, piemēram, smagajiem greideriem, amortizācijas sistēmu var izveidot savienojuma vietā, lai izvairītos no šķērssvārstībām.

Amortizētas vadītāju kabīnes

Izšķir divu veidu vadītāju kabīņu amortizāciju - ar gumijas amortizācijas elementiem un mehāniskām amortizācijas sistēmām ar diviem vai četriem vibrāciju izolējošiem stiprinājumiem. Vienīgi otrais veids spēj efektīvi novērst vibrācijas pārnesanu uz vadītāju. Pēdējos gados mehāniskās amortizācijas sistēmas ražotāji ir ieviesuši arī kravas automašīnām ar puspiekabi un dažiem lauksaimniecības un mežizstrādes traktoriem.

Amortizēti sēdekļi

Sēdekļa amortizācija ir vibrācijas pārvadīšanas pēdējais posms un pēdējā iespēja samazināt vibrācijas iedarbību uz vadītāju. Dažkārt tā ir pat vienīgā izmantojamā amortizācijas sistēma (piemēram, ar pilngumijas riepām aprīkotajos autoiekrāvējos). Lielākā daļa sēdekļu veidu ir izstrādāti tā, lai tie slāpētu vertikālās svārstības, bet ir pieejami arī daži modeļi, kuri papildus slāpē arī horizontālās, krūšu - muguras virzienā norisošās svārstības (automašīnām ar puspiekabi, lauksaimniecības un mežizstrādes traktoriem). Tomēr praktiskajā darbā veiktie mērījumi liecina par to, ka daudzu automašīnu sēdekļi tā vietā, lai vibrāciju slāpētu, to - gluži otrādi - vēl vairāk pastiprina. Tādēļ sēdekļi obligāti jāizvēlas atbilstoši transporta līdzekļa dinamiskajām īpašībām.

Tabulā 5.1. ir apkopoti parametri, kas jāņem vērā, izvēloties sēdekli. No šīs tabulas izriet, ka sēdekli transporta līdzeklī drīkst iemontēt tikai tādā gadījumā, ja tā dominējošās svārstību frekvences ir lielākas par sēdekļa rezonanses frekvenci (*skat. attēlu 5.4.*). Prakse liecina, ka sēdekļi ar mehāniskajām amortizācijas sistēmām slāpē tikai tās vibrācijas, kuru frekvences ir lielākas par 3 Hz. Zemāku svārstību frekvenču gadījumā var palīdzēt sēdekļi ar pneimatisko amortizāciju, tomēr to iegāde un uzstādīšana pagaidām vēl ir pārāk dārga, turklāt tiem ir nepieciešama pastāvīga apkope.

Svarīgs solis sēdekļu amortizējošās iedarbības specificēšanā ir sperts attiecībā uz lauksaimniecības un mežizstrādes traktoriem (ISO standarts 5007 un Eiropas Savienības vadlīnijas 78-764, 83-190 un 88-465) un zemes darbu mašīnām (ISO standarts 7096).

Sēdekļa amortizācijas “robežfrekvence” (f_{rob}):

Sēdekļi slāpē vienīgi tās svārstības, kuru frekvence ir lielāka par šo. Pie zemākām frekvencēm svārstības pastiprinās (it īpaši pie rezonanses frekvences f_{rez}).

$$f_{rob} = f_{rez}\sqrt{2}$$

Sēdeklim jānodrošina pietiekoši efektīva svārstību slāpēšana:

- lai novērstu svārstību pastiprināšanos gadījumos, kad svārstību frekvence ir pārāk tuva sēdekļa rezonanses frekvencei;
- lai pie augšup vai lejup grūdieniem nenotiktu sēdekļa “caursišana”.

Sēdekļa svārstību ceļš

Jo zemāka ir svārstību frekvence, jo lielāks kļūst sēdekļa svārstību ceļš (pie 3 Hz no 6 līdz 10 cm; pie 2 Hz vairāk par 15 cm). Ja liels svārstību ceļš ir neizbēgams, jāpielieto dārgas ierīces, lai nodrošinātu vadītāja kāju pastāvīgu kontaktu ar pedāļiem un lai pārvarētu berzes spēkus sēdekļa mehānikā.

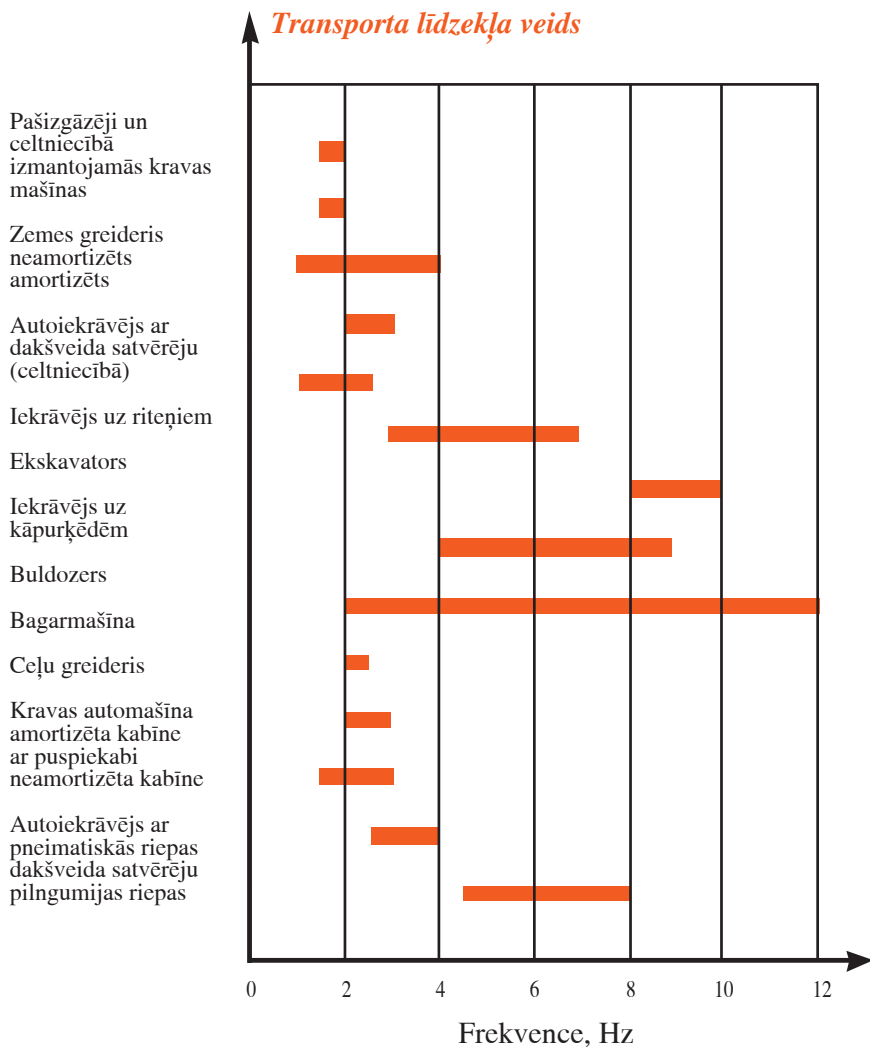
Sēdekļa iestatīšana

Lai amortizācijas darbotos precīzi, sēdekļi obligāti jāpielāgo vadītāja ķermeņa svaram. Bieži vien vadītāji šo iestatīšanas procesu atstāj novārtā. Priekšrocības šajā ziņā sniedz sēdekļi ar aktīvo amortizāciju, kura piemērošanu ķermeņa svaram veic automātiski.

Sēdekļa iemontēšanai nepieciešamā vieta:

Mazākais attālums starp sēdekļa pamatni un sēdekļa montēšanas virsmu pārsniedz 20 cm. Īpašos gadījumos (piemēram, autoiekrāvējiem ar zemu jumtu) tas apgrūtina amortizējoša sēdekļa uzstādīšanu.

Tabula 5.1.: Svarīgākie kritēriji, izvēloties vibrāciju slāpējošus vadītāju sēdekļus transporta līdzekļiem.



Attēls 5.4.: Dominējošās svārstību frekvences vertikālā virzienā dažādos profesionālā darbībā izmantojamajos transporta līdzekļos un darba mašīnās.

Ēkas

Ēkās ražošanas iekārtu (kalšanas āmuru, akmens smalcinātāju utt.) radīto vibrāciju ir iespējams samazināt, iekārtu pamatnes laukumu izolējot no pārējās ēkas daļas. Lai aizsargātu apkalpojošo personālu, var ieklāt arī vibrāciju slāpējošas grīdas. Lai panāktu optimālu iedarbību, vibrāciju slāpējošām grīdām ir jāpiemīt šādām īpašībām:

- zema rezonanses frekvence (telpās, kur darbojas kalšanas āmuri - mazāk par 3 Hz);
- minimāls biezums;
- iespējami mazs īpatsvars;
- augsta stabilitāte apkalpojošā personāla darba vietās.

Šīs četras prasības bieži vien ir pretrunā viena otrai, tādēļ parasti ir nepieciešams izvēlēties kompromisa variantus.

Uzlabots darba vietu ergonomiskais plānojums vibrācijas iedarbībai pakļautajās darba vietās

Iepriekš aprakstītos veselībai nodarītos kaitējumus (it īpaši traktoristiem, helikopteru pilotiem utt.) vismaz daļēji izraisa nepareizs ķermeņa stāvoklis darba laikā. Tas, kas statiskos apstākļos ir uzskatāms par ērtu, dinamiskos apstākļos var būt nepiemērots. Piemēram, traktora vadītāja sēdekļi nedrīkst būt tik dziļš, ka tas traucē atbalstīt kājas pret kabīnes grīdu, lai vadītājs varētu sekot traktora kustībai. Lai traktoru vadītājiem samazinātu nepieciešamību pagriezt ķermeņa augšdaļu, kad ir jāskatās atpakaļ, lai pārraudzītu agregātu darbību, ieteicams izmantot grozāmu sēdekli ar ne pārāk augstu muguras atzveltni un ar noapaļotām sānu malām.

Tālvadība

Otrs optimāls risinājums ir apkalpojošā personāla izvietošana tālāk no vibrācijas iedarbībai pakļautajām darbavietām. Viens no pazīstamākajiem piemēriem ir bagarmašīna, ko iespējams apkalpot ar tālvadības pults palīdzību.

5.2. INDIVIDUĀLIE AIZSARDZĪBAS LĪDZEKĻI PRET VIBRĀCIJAS IEDARBĪBU

Ja ar vibrāciju saistītos riskus pilnībā nav izdevies novērst, veicot tehniskos un organizatoriskos pasākumus, veselības un drošības garantēšanai ir izmantojami individuālie aizsardzības līdzekļi. To uzdevums ir samazināt vibrācijas pārvešanu uz visu ķermeni vai uz plaukstu un roku. Tiem vienlaikus jābūt ergonomiskiem un optimāli piemērotiem katram darbiniekam, kā arī jānodrošina iespēja brīvi strādāt ar darba iekārtām.

Plaukstas-rokas vibrācijas

Pretvibrācijas aizsargcimdi, kuru iekšpusē atrodas ar gaisu pildīti amortizējoši spilventiņi, tiek piedāvāti jau vairākus gadus, tomēr praksē pret tiem ir noraidoša attieksme, jo tie pārāk apgrūtina darbu ar iekārtām, kas jātur un jāvada ar rokām. Laboratorijā veiktie pētījumi, lai noskaidrotu

vibrāciju samazinošo iedarbību, parādīja, ka tie nenodrošina vērā ņemamu vibrācijas pazeminājumu un pat daļēji to pastiprina. Tagad tiek piedāvāti pretvibrācijas aizsargcimdi ar vibrāciju slāpējoša putu materiāla starpslāni satveršanas zonā, kas tikpat kā netraucē iekārtu lietošanu. Patlaban vēl nav izstrādātas vispārārstītas metodes, kā noteikt cimdu vibrācijas slāpēšanas pakāpi, tomēr daži ražotāji norāda uz savu izstrādājumu labajām vibrācijas slāpēšanas īpašībām.

Visa ķermeņa vibrācija

Lai samazinātu vibrāciju, kas tiek pārvadīta uz kājām, ir izstrādāti apavi ar absorbējošām pazolēm. Mērijumi, kas veikti līdz šim piedāvātajiem apaviem, uzrāda samērā niecīgu slāpējošo efektu. Apvidus mašīnu un motociklu vadītāji bieži izmanto aizsargājošu jostu, kas, nostiprinot vēdera preses rajonu, palīdz uzturēt pareizu ķermeņa stāvokli. Šādu jostu efektivitāte vibrācijas radīto kaitējumu samazināšanā nav pierādīta. Medicīnas darbinieki kopumā neatbalsta šo jostu pastāvīgu lietošanu, baidoties no iespējamām muskuļu bojājumiem.

5.3. DARBA MEDICĪNAS PREVENTĪVIE PĒTĪJUMI

Darba medicīnas preventīvie pētījumi nevar aizstāt tehniskos aizsardzības pasākumus. Tur, kur tehniskie pasākumi aizsardzībai pret vibrāciju draudus veselībai nespēj samazināt, ir nepieciešami darba medicīnas preventīvie pētījumi. Šo darba medicīnas preventīvo pētījumu rezultātā tiek konstatēts, vai darbinieks var uzsākt vai turpināt darbu vibrācijas iedarbības apstākļos.

Preventīvie pētījumi, vibrācijai iedarbojoties uz roku un plaukstu

Pētījumu veidi:

Sākotnējā izpēte: pirms darba uzsākšanas darba vietās, kurās pastāv kaitējuma risks veselībai, ko izraisa vibrējoši rokas instrumenti.

Atkārtotā izpēte: veicot darbu darba vietās, kurās pastāv kaitējuma risks veselībai, ko izraisa vibrējoši rokas instrumenti.

Padziļinātā izpēte: pēc darba beigām darba vietās, kurās pastāv kaitējuma risks veselībai, ko izraisa vibrējoši rokas instrumenti. Šeit nav nepieciešama, jo pēc darba beigām, vibrācijai iedarbojoties uz plaukstu un roku, nav sagaidāmas pirmās vibrācijas izraisītās saslimšanas izpausmes.

Izpētes apjoms

Anamnēze:

- vispārēja medicīniskā anamnēze, īpašu uzmanību pievēršot sirds - asinsvadu sistēmai un saslimšanām ķermeņa augšdaļā;

- šī brīža sūdzības;
- darba anamnēze.

Medicīniskie izmeklējumi tiek veikti atbilstoši izvēlētajam darba raksturam:

- klīniskie izmeklējumi, ieskaitot asinsrites sistēmas stāvokli un īsu neiroloģisko novērtējumu bez īpašu diagnostikas aparātu izmantošanas
- aukstuma provokācijas tests, vibrācijas jūtīguma sliekšņa mērījumi pirkstu galos;
- plaukstas, elkoņa un plecu locītavu rentgena uzņēmumi, ja medicīniskās izmeklēšanas rezultātā tas tiek uzskatīts par nepieciešamu.

Roku - plaukstu vibrācijas izraisītās slimības:

Augšējo ekstremitāšu skeleta saslimšanas, nosliece uz asinsrites traucējumiem, primāra Reino saslimšana, sekundārs Reino sindroms (VVS vai citas saslimšanas), jau iepriekš eksistējoši vibrācijas izraisīti bojājumi vai saslimšanas.

Preventīvie pētījumi, vibrācijai iedarbojoties uz visu ķermeni

Pētījumu veidi:

Sākotnējā izpēte: pirms darba uzsākšanas darba vietās, kurās pastāv kaitējuma risks veselībai, ko izraisa vibrācijas iedarbība uz visu ķermeni.

Atkārtotā izpēte: veicot darbu darba vietās, kurās pastāv kaitējuma risks veselībai, ko izraisa vibrācijas iedarbība uz visu ķermeni.

Padziļinātā izpēte: pēc darba beigām darba vietās, kurās pastāv kaitējuma risks veselībai, ko izraisa vibrācijas iedarbība uz visu ķermeni. Šeit nav nepieciešama, jo pēc darba beigām, vibrācijai iedarbojoties uz visu ķermeni, nav sagaidāmas pirmās vibrācijas izraisītās saslimšanas izpausmes.

Izpētes apjoms:

Anamnēze:

- vispārēja medicīniskā anamnēze, īpašu uzmanību pievēršot muskuļu un skeleta sistēmai;
- darba anamnēze.

Medicīniskie izmeklējumi tiek veikti atbilstoši izvēlētajam darbam vibrācijas ietekmē:

- visa mugurkaula izmeklēšana (mugurkaula un tā kustīguma pārbaude, palpācija, perkusija);
- augšējo un apakšējo ekstremitāšu motorikas pārbaude, ieskaitot refleksus un sensitivitāti;
- mugurkaula rentgena uzņēmumi, ja medicīniskās izmeklēšanas rezultātā tam ir nepieciešamās medicīniskās indikācijas.

Visa ķermeņa vibrācijas izraisītās slimības:

Izteiktas deģeneratīvas izmaiņas mugurkaulā. Sāpes, recidivējoši mugurkaula funkciju traucējumi. Mugurkaula disku bojājumi, kā rezultātā ir nepieciešama operatīva ārstēšana. Hroniskas gremošanas sistēmas sasilšanas (piemēram, hronisks gastrīts). Izteikti veģetatīvie traucējumi.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. **Vibrācija darba vietā** (Vibraciones en el lugar de trabajo), Spānijas nacionālais darba drošības un higiēnas institūts (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), 49 lpp., ISBN 84-7425-394-2.
2. **Darba Medicīna**, Maija Eglīte, Rīgā, 2000.gads, 704 lpp., ISBN 9984-9404-0-3.
3. **Darba vides riska faktori un strādājošo veselības aizsardzība**, Valda Kaļķa un Ženijas Rojas redakcijā, Elpa, Rīgā, 2001.gads, 500 lpp., ISBN 9984-543-69-2.

Bieži vien ir dzirdams jautājums — *Kur var iepazīties ar darba aizsardzības normatīvajiem aktiem?* vai *Kur var iegūt informāciju par darba aizsardzības jautājumiem?* Šajā nodaļā mēģināsim dot atbildes uz šiem jautājumiem norādot, kur var atrast šo informāciju.

Informāciju vai konsultāciju par darba aizsardzības jautājumiem var saņemt:

● **Valsts darba inspekcijā**

K.Valdemāra ielā 38,
Rīgā, LV 1010
Tāl. 7021751
www.vdi.lv

Informāciju par darba aizsardzības jautājumiem var atrast arī citu institūciju interneta mājas lapās:

- Labklājības ministrija: www.lm.gov.lv
- Latvijas darba devēju konfederācija: www.lddk.lv
- Latvijas Brīvo arodbiedrību savienība: www.lbas.lv
- Darba un vides veselības institūts: www.parks.lv/home/ioeh/

Likumdošanu darba aizsardzības jomā var meklēt arī pēc adresēm:

- www.likumi.lv
- www.mk.gov.lv
- www.saeima.lv

Viena no pilnīgākajām interneta mājas lapām par darba aizsardzības jautājumiem ir jaunizveidotā Eiropas Darba Drošības un Veselības aizsardzības aģentūras nacionālā kontaktpunkta Latvijā mājas lapa: <http://osha.lv>

Informāciju par jaunākajām aktualitātēm, pētījumiem un situāciju Eiropas Savienības dalībvalstīs un kandidātvalstīs Jūs varat atrast Eiropas Darba Drošības un Veselības aizsardzības aģentūras interneta mājas lapā: <http://europe.osha.eu.int/>

Ar piezīmēm un ieteikumiem, kā arī pēc sīkākas informācijas saistībā ar šīm Vadlīnijām var griezties:

Valsts darba inspekcijā

K.Valdemāra ielā 38, Rīgā LV-1010, tālr. 7021704
vai Valsts darba inspekcijas reģionālajās inspekcijās