

Anneli Roode

Liiklusest nii ja teisiti

Töölehed ja lisalugemine
füüsikatundideks



HARIDUS- JA
TEADUSMINISTEERIUM



MAANTEEMET

2016

TÄIENDATUD VERSIOON

Õppematerjali autor Anneli Roode tänab kõiki, kes ühel või teisel viisil antud materjali valmimisele kaasa aitasid ja seda toetasid. Autori eriline tänu kuulub Teile: Indrek Sirk, Urmas Lõiv, Mike Hofstätter, Tõnu Laas, Urve Sellenberg, Urve Miidla, Anu Harjo, Mare Sirkas, Ene Sepp, Ene Kulderknupp, Marko Liiva ja Karl-Kristjan Videvik.

Materjali valmimist toetasid Haridus- ja Teadusministeerium ning Maanteeamet. Õppematerjal on välja töötatud 2009.a.

Liiklusalane info on uuendatud 2016. a Maanteeameti poolt.

Õppematerjali kujunduse uuendas Maanteeameti tellimusel IN Advertising OÜ.

Sisukord

Eessõna.....	6
Metoodiline juhend õpetajale.....	8
Õppemeetodid ja –vormid.....	9
Näpunäited õpetajale.....	12
Kasulikud lisamaterjalid	14
Tabelid ja konstandid.....	15
Mõisted	16
Värvused ja värvid liikluses	18
Tööleht 1. Päästjad saabuvad.....	22
Rollimäng. Kas sina oskad anda esmaabi?	22
Näe ja ole nähtav! Tulede kasutamine liikluses	23
Tööleht 2. Valguse hajumine	26
Helkivad ööpilved ja helkur	28
Helkurmaterjalid.....	32
Tööleht 3. Valguse peegeldumise uurimine.....	34
Rullnokkade sõidustiil (I osa).....	37
Tööleht 4. Anna startimisel gaasi. Kiirenduse mõiste	38
Tööleht 5. Anna startimisel gaasi. Kiirenduse katseline uurimine	41
Rullnokkade sõidustiil (II osa)	44
Tööleht 6. Hõõrdumine ja hõõrdejõud.....	47
Tali väljas, tore jää, uisutada ülihää!.....	50
Tööleht 7. Soovitud ja soovimatu hõõrdumine.....	51
Kas sõita või lennata? Liikumisest kurvides	52
Tööleht 8. Kurvilisel teel	53
Tööleht 9. Miks peab valima ohutu sõidukiiruse?	56
Möödasõit on ajavõit! Võidada minuti, kaotada elu!.....	57
Tööleht 10. Rohkem kui kolmekesi teel	59

Oh, aeg, miks nii kiirelt kaod?	61
Tööleht 11. Kiirus ja keskmine kiirus.....	62
Reaktsiooniaeg	66
Tööleht 12. Reaktsiooniaja määramine.....	67
Kiirus ja keskkond.....	70
Tööleht 13. Võimsus ja kütus	71
Pidurdamisest ja piduritest	74
Tööleht 14. Pidurid ja liiklusohutus.....	76
Liikumise abivahendid – liiklusvahendid.....	78
Tööleht 15. Jalgrattamatk.....	80
Esimest turvavööd ei sallinud keegi.....	81
Mis võib juhtuda, kui turvavöö ei ole kinnitatud?.....	84
Tööleht 16. Turvavöö vihkajad.....	86
Veel kord kiirusest.....	88
Tööleht 17. Jõudude graafiline kujutamine.....	90
Tööleht 18. Kiiruse, kiirenduse ja teepikkuse graafikud	92
Mis on ühist seepial ja rakettautol ehk liikumishulk ja selle jäävus.....	94
Tööleht 19. Liikumishulk ja impulss	98
Kas oled nõus kandma 40 koolikotti ühekorraga?	100
Jõud looduses ja liikluses	101
Tööleht 20. Jõud liikluses	104
Peatumisteed ja selle arvutamine	106
Tööleht 21. Pidurdusteed	109
Aastaajad liikluses.....	111
Tööleht 22. Temperatuur ja liiklus.....	114
Lisalugemist	116
Füsioloogia ja liiklus – unisus liikluses	116
Vasakpoolne või parempoolne liiklus.....	119

Valgusallikad meie teedel ja tänavatel.....	121
Kas naastudega või naastudeta?.....	124
Kasutatud kirjandus.....	126

EESSÕNA

Legendaarne eesti liiklusekspert Johannes Pirita on öelnud: „Kui me elaksime 300-aastaseks, õnnestuks vähestel autojuhtidel seda juubelit pidada, sest enamasti saaksid nad enne otsa. Väidetakse, et õnnestuda õnnestub sõita vaid paarsada tuhat kilomeetrit ning et iga poole miljoni kilomeetri tagant juhtub liiklusõnnetus ja 13-15 miljoni kilomeetri läbimisel mõni surmaga lõppenud liiklusõnnetus (tõsi, nii pika tee läbimiseks kuluks igapäevasõitjal vähemalt 700 aastat!)“.

Viimastel aastatel on Eesti liikluses vähenenud liiklusõnnetustes hukkunute ja vigastatute arvud, autode turvavarustust arendatakse pidevalt. Samas on oluliselt kasvanud sõidukite arv meie teedel, liiklus on oluliselt tihedam. Õpetajal on võimalik interneti vahendusel tutvuda Eesti liiklusstatistikaga sellel leheküljel: <http://www.mnt.ee/index.php?id=10798>. Mõistlik on ülesanded siduda reaalseste liiklussituatsioonidega.

Juba varasest lapseeas alates on vajalik last õpetada mõistma liikluskeskkonda ja seal edukalt toime tulema. Vaadeldes laste ja noortega juhtunud liiklusõnnetuste iseloomu, on Sirje Lilleorg Maanteeametist välja toonud laste ja noorte probleemkohad liikluses:

- **7-10 aastased:** jalakäijaliiklus asulateedel valgel ajal (ristmikud, reguleerimata ülekäigurajad). 2011.a sagesid eelkõige jalakäijaõnnetused suuremates linnades;
- **11-13 aastased:** jalakäijaliiklus asulateedel valge ajal, jalgrattaõnnetused asulates (ristmikud, reguleerimata ülekäigurajad) ja suurenev huvi mootorsõidukite vastu;
- **14-16 aastased:** oluliselt sagesivad mopeediõnnetused ja huvi mootorsõidukite vastu, probleemiks sõit autos kaasreisijana: ainus vanusegrupp, kus turvalisus on järjepidevalt vähenenud. Elu kaotamise ja vigastuse risk on 2 korda suurem kui 7-13 aastastel (murdeiga);
- **17-19 aastased:** sõit sõiduautos, juhina, kaasreisijana; jooles juhtimine. Sagedased autoõnnetused noortega.

Käesolev materjal annab võimaluse tuua vaheldust liikluses tuntud käskude ja keeldude maailma ning toetab nii üldpädevuste kui ka ainepädevuste kujunemist. Ja mis olulisim - nii kummutatakse liiklusega seotud väärarusaamad.

Autor on materjali valikul lähtunud põhikooli füüsika õppekavast. Metoodilises juhendis antakse soovitusel õpetajale, kuidas ja millal võiks üht või teist töölehte kasutada. See materjal lubab ka

õpetajal endal ainetundi põnevamaks ja vaheldusrikkamaks muuta ning ärgitab uusi ideid genereerima.

Metoodilises juhendis on tõepoolest soovitused - need ei ole käsud ega keelud. Õpetaja võib kasutada töölehti enne või pärast vastava materjali käsitlemist, teema kordamiseks, õppetöö diferentseerimiseks klassis. Ainus autoripoolne nõue on, et enne kasutamist PEAB õpetaja töölehe mõttega läbi lugema ja kui vaja, siis muutma töölehel katse läbiviimiseks mõeldud katsevahendeid, kontrollima töölehel antud interneti-viidete olemasolu (vahel juhtub, et mõni interneti-lehekülg on kas ajutiselt või jäädavalt suletud).

Ja veel - kõike ei pea tegema, aga võib teha.

METOODILINE JUHEND ÕPETAJALE

Töölehtede esmane eesmärk on liikluskasvatus ja liikluses esinevate nähtuste seletamine, kasutades füüsika mõisteid. Töölehtede ülesanded ei ole seotud ainult liiklusohutusega. Siin on ülesandeid, harjutusi ja katseid, mis on suuremal või vähemal määral seotud füüsikaga liikluses. Töölehed sisaldavad kas joonist, skeemi, pilti, diagrammi vms. Kui tegemist on mõne katseseadmega, siis ka selle skemaatilist joonist või fotot.

Töölehele või ülesannetele töölehel eelneb lugu, mis toetab töölehe ja sellel sisalduvate ülesannetega töötamist. Lisalugemise eesmärk on tekitada õpilases vajadus probleem lahendada või midagi uut õppida. Materjal võimaldab õpilasel endal luua seoseid uue ja varem õpitu, igapäevaelu kogemuste ja koolis õpitavate erinevate distsipliinide vahel. Töölehed on nii koostatud, et võimaldavad luua seoseid ja uut teadmist või kinnistada õpitut ülesannete või probleemi lahendamise kaudu.

Õpetaja võib kasutada töölehte teemas oleva füüsikalise mõiste käsitlemise alguses (sissejuhatavas tunnis, toetudes õpilase elukogemustele ja eelteadmistele). Ta võib kasutada töölehte mõiste selgitamiseks või täpsustamiseks tegevuses või kinnistada õpetatavat mõistet rakenduste läbi. Samas võib õpetaja töölehti kasutada ka teema terviku kordamisel ning õppetöö diferentseerimiseks.

ÕPPEMEETODID JA –VORMID

Allpool on ülevaade õppemeetoditest ja vormidest [Reich, K. (Hg.): Methodenpool], mida õpetajad võiksid töölehti kasutades rakendada.

E-õpe. Õpilane otsib infot internetist, vastab küsimustele, kasutades interneti, ning edastab vastused samuti interneti vahendusel. Õpilane oskab kasutada tekstitöötlusprogramme, kujundada oma töö, kasutada tabelarvutusprogrammi (nt MS EXCEL vm), koostada arvutiga diagramme ja graafikuid, kasutada mõnda esitlusprogrammi. Ta ei pea töölehte tunnis täitma.

Uurimistöö liiklus- või liiklusohutusteemal. Hinnates ja hinnangut andes tuleb tähelepanu pöörata ka vormistusele, uurimistöö tegemise korrektsusele ning tulemuste analüüsimise ja interpreteerimise oskusele.

Eksperiment. Töölehel on eksperimendi kirjeldus, vajalikud vahendid, töökäik, analüüsimine ja küsimused. Tähelepanu keskpunktis on kujundada eksperimendi planeerimise ja tegemise oskus: mõõtmistulemuste ülesmärkimise korrektsus, arvutused, andmete analüüsimine ja järelduste tegemine.

Tekst. Toetudes mõnele huvitavale liiklustekstile, saaks kasutada diskussiooni või arutelu või teha individuaalset tööd tekstiga, kus otsitakse tuttavaid ja võõraid mõisteid, mida hiljem teema käigus selgitatakse.

Probleemõpe, s.o probleemi kirjeldus (õnnetuse vältimine, õnnetuse kirjeldus) ja selles kasutatavad füüsikamõisted, nt teha graafiku põhjal analüüs ning esitada klassikaaslastele küsimusi. Projektõpe. Õpilane seab hüpoteesi, valib vahendid, korraldab eksperimendi, mõõdab kiirust ja teepikkust, arvutab kiirendust jne, analüüsib tegevust.

Rollimäng. Õpilane on kas autojuht, jalakäija, jalgrattur või politseinik (mõõdab kiirust); mõisted kiirabi, hetkkiirus, kiirendus, keskmine kiirus ja eelkõige liikluskultuur. Hinnangut ning tagasisidet andes tuleb juhtida tähelepanu asjaoludele ja tegevustele, mis ei ole kooskõlas üldtunnustatud käitumisnormidega, ning loomulikult sellele, mida õpilased hästi tegid, oskasid ja teadsid.

Referaat ajalehtedest, ajakirjadest, internetist, TV-uudistest, raadiost liiklusteemadel. Hindamisel ja hinnangu andmisel on oluline ettekandmise oskus (konkreetsus, kaaslastelt tagasiside), vormistamisel aga korrektsus (keelekasutus, viitamisoskus).

Korrespondents. Peab saatma kellelegi kirja liiklusohutusest või kirjutama seletuskirja, kuidas õnnetus juhtus. Kirjas on teemaga seotud mõisted, tõekspidamised ja tähelepanekud. Meetodi kasutamine võimaldab teha koostööd emakeele- või võõrkeeleõpetajaga. Nii kujuneb kirja ja ametliku kirja kirjutamise oskus.

Mõistekaart füüsika ja liikluse teemal. Saab järeldada, millised mõisted on omavahel enim seotud ja millised vähem. Hinnangut ja tagasisidet andes saab jälgida, kui palju mõisteid ja kuidas on õpilased seostanud. Mõistekaarti saab kasutada teema algusest kuni kordamiseni, seda pidevalt täiendades ja arendades. Võib rakendada ka Internetist saadavaid mõistekaardi programme, mida võib teha kas paaris- või rühmatööna (nt CMap).

Küsimused, mõistatused ja ristsõnad. Jälgida tuleb, et kõik need oleksid füüsikaliselt ja liiklusohutuse seisukohalt korrektsed.

Seinaleht. Koostades seinalehti (nt „Mina ja tänav“, „Mina ja jalgratas“, „Mina ja liikleja“, „Minu sõbrad tänaval“ jmt), peab jälgima, et need oleksid seotud füüsikas õpitavaga. Seinalehe peaks koostama mitu õpilast (või rühm): idee formuleerimine, demokraatlik materjali valik, rollide jaotus (artiklid, joonistused jmt). Hinnangu peaksid andma kaasõpilased.

„Storyline“-õpe. Lapsed peavad koguma infot ja teadmisi liiklusest ning liiklusohutusest. Sealjuures peavad nad tähelepanelikult ja hoolikalt kirjeldama ümbruskonda ning olusid, tunda ära probleeme, oskama lahendusi pakkuda, esitada küsimusi ja seadma hüpoteese ning neid kontrollima. Õpilased peavad inimestega intervjuusid tegema, kirjandusallikatest infot otsima ja küsitlusi korraldama, oskama kogutud infot salvestada ning eetika nõuete järgi oma uurimistöös kasutada (viitamisid, nimede ja tegelaste kasutamine jmt), teadmisi salvestada, oma uurimistöo tulemusi ette kanda, diskuteerida ning kokkuvõtteid teha. Sealjuures avaneb neil võimalus korraldada ka eksperimente (tehnilisi uuringuid). Oluline roll on ainetevahelistel seostel ning kõne- ja kirjakeele kasutusel. Infot otsides ja hinnates arvestatakse lugemisoskust ning arendatakse seda. Seda meetodit kasutades areneb teksti loomise oskus ja üldine keelekompetentsus ning õpitulemuste dokumenteerimine ja esitamine.

Üksiktöö - iseseisev töö töölehe ja teiste materjalidega.

Paaristöö - kahe osaleja praktiline töö.

Rühmatöö. Töölehe ülesannete täitmiseks on vaja mitut õpilast. Rühm valib demokraatlikult rollid, kõigi ideed on teretulnud. Tööleht võib olla praktilise sisuga, nõuda lühikest uurimust, ettekannet, hinnangut, analüüsi. Kõik rühmaliikmed peavad olema töös osalised ning lõppprotokollis peab olema näidatud igaihe osa.

Välkmeetod on tagasiside saamiseks üks parimaid. Selle abil saab kiiresti ülevaate ja tagasiside meeleolust, arvamustest, sisu mõistmisest ning rühmasisestest seostest ja suhetest. Välkmeetodit rakendatakse just rühma kui terviku korral. Selleks peavad rühma liikmed teineteisest eemalduma ning lause või paariga kirjeldama piiritletud teemat. Niinimetatud välguringist saadud pilt (nt teema mõistmisest) võib peegeldada töömeeleolu (situatsiooni) positiivselt. Meetod võimaldab vajaduse korral muuta ning konkretiseerida sisu ja vahendeid rohkem tulemusele (eesmärgile) orienteerituks.

Veel on võimalik kasutada järgnevaid aktiivõppemeetodeid: **töötoaõpe, õpisaared, stseenõpe, rühmaõpe, ringküsimumused, õppekäik, elamusõpe, matkad, näitused, interneti presentatsioonid, avatud õpe.**

Need olid meeldetuletuseks mõned võimalused, kuidas muuta füüsika tundi tegusamaks. Eesmärkide ja õpitulemuste saavutamine on võimalik ka teisiti, kui ainult õpiku, ülesannete kogu ja töövihikuga. Kui on teada, mida peab õpilane teadma ja oskama, siis anname talle võimaluse õppida õppima natuke teisiti, kui me seda kogu aeg oleme teinud.

NÄPUNÄITED ÕPETAJALE

Teema „*Rullnokkade sõidustiil*” (osa 1 ja osa 2) on seotud liikumisega. Mõisted, mida käsitletakse, on kiirus, kiirendus, teepikkus, selle mõõtmine ja arvutamine. Kuna liikuma hakkamine on seotud hõõrdumisega ja hõõrdejõuga, siis sobib esimene tööleht „*Anna startimisel gaasi*” suurepäraselt õuesõppe tunniks ning arendab õpilastes oskust töötada nii üksinda kui ka rühmas. Kuigi töölehel on põhirõhk mõistel „*kiirendus*” ja seda põhikoolikursuses eriti pikalt ei käsitleta, arvab autor ometi, et õpilased saavad selle töölehe täitmisega suurepäraselt hakkama. Töölehe täitmise alternatiiv on otsida internetist või tehnikaajakirjadest eri mudelite võrdlevaid andmeid. Seega saab ülesande esitada ka nii, et õpilased peavad eelkõige interneti või kirjandusega töötama ja vajaliku info leidma ning seejärel töölehe täitma. Töölehte võib kasutada edukalt ka gümnaasiumis teemat käsitledes, kusjuures juhul, kui õpilaste vanusest tulenevalt on mõnel neist omandatud mõne mootorsõiduki juhtimise õigus, siis tuleb katse korraldamisel tagada kõigi osalejate ohutus. Töölehte „*Hõõrdumine ja hõõrdejõud*” võib täita üldjuhul paaristööna, kuid seda võib teha ka kuni neli õpilast.

Teema „*Värvid ja värvused liikluses*” on huvitav lisalugemine nii põhikooli kui ka gümnaasiumi õpilasele. Seda on soovitatav lugeda, kui õpitakse silma ehitust inimese anatoomias või valgusõpetuses optikas. Kuna punase värvuse tajumine silmas on seotud fotoefektiga, siis saaks lõimida bioloogias õpitu kvantoptikaga gümnaasiumi füüsikakursusest.

Töölehte „*Päästjad saabuavad*” on mõttekas teha inimeseõpetuse tunnis esmaabikursuses. On selge, et milliseid jõude me ka liikluses osaleva sõiduki kirjeldamisel põhikoolis või gümnaasiumis ei kasutaks, on see ikkagi lihtsustatud.

Töölehte „*Soovitud ja soovimatu hõõrdumine*” eesmärk on selgitada hõõrdumise liike ning selle esinemist looduses ja igapäevaelus. Töölehe täitmiseks tuleb kasutada interneti.

Tööleht „*Kurvilisel teel*” käsitleb ja kinnistab ringliikumise mõisteid. Põhikooli õpilane saab ülesannete lahendamisega hakkama, kui on selgitatud ringliikumise põhimõisteid ning õpilasel on kasutada lisamaterjale. Gümnaasiumi õpilasele kinnistavad need ülesanded teemat „*Ringliikumine*”. Tööleht „*Miks peab valima ohutu sõidukiiruse?*” on seotud ringliikumise kiiruse mõistega, kuid ka põhikooli õpilasele on neile küsimustele lihtne vastata, sest see toetub nende elukogemusele.

Töölehel „*Reaktsioonija määramine*” on esitatud kolm võimalust reaktsiooniega määrata. Tööleht on mõeldud paaristööks. Esimene ja kolmas katse on lihtsad, mis sobivad näiteks algklassides kasutamiseks. Teine katse on täpsem ning nõuab arvutamist. Kuna töö käik sisaldab põhilisi seoseid, mida arvutamiseks vaja läheb, siis ei tohiks see olla keeruline ka põhikooli õpilasele füüsikatunnis. Rõhutada tuleb seoseid matemaatikaga („*keskmise arvutamine*”, „*arvuruut*”, „*ruutjuur*”). Tähelepanu tuleb pöörata andmete kogumisele ja ülesmärkimisele.

Töölehte „*Rohkem kui kolmekesi teel*” võib rakendada õppetöö diferentseerimisel klassis ja füüsikast huvitatutele, kuid esimene ülesanne on jõukohane kõigile õpilastele, kui kinnistada sellega mõisteid „*liikumisgraafik*”, „*kiirusegraafik*”, „*liikumisvõrrand*”, „*kiirusevõrrand*”. Ülesannet võib lahendada ka matemaatikatunnis, kui õpitakse „*lineaarfunktsiooni*” ja „*ruutfunktsiooni*” ning nende graafikuid.

Töölehtedel olevaid arvutusülesandeid on mitut liiki: lihtsad ühe- või kahetehtelised, jada- ehk redelülesanded, ülesanded kriitilise mõtlemise ja funktsionaalse lugemisoskuse treenimiseks. Töölehtede lõpus olevatele küsimustele vastamiseks on soovitatav kasutada kirjandust, interneti abi, aga miks ka mitte õpikut. Et uus teadmine või oskus kinnistuks, peab vastused vormistama kirjalikult. Kui töölehel on ruumi, siis töölehele, kui mitte, siis vihikusse.

Nagu eespool öeldud sai, ei pea õpilased kõiki ülesandeid ja harjutusi läbi tegema. Et õpilasi juhendada ning neile tunnis toeks ja abiks olla, PEAB aga õpetaja ise töölehe ja sellele eelneva teksti läbi lugema, et vajadusel teha muudatusi ja valikuid.

Lisalugemise tekste on erineva pikkusega. Näiteks helkurmaterjalide ja reaktiivliikumise tekstid on tunduvalt pikemad kui liiklusvahendite kohta kirjutatu. Üldjuhul toetab ja täiendab lisalugemise tekst tööd töölehega või toimib hea häälestajana uue materjali õppimise alustamisel. Nii töölehtede kui ka lisalugemise "varjatud" eesmärk on, et õpilased ja ka õpetajad omandavad oskuse märgata seoseid igapäevaelus ettetulevate nähtuste vahel, neid seoseid kirjeldada ja seletada.

Kirjaliku lisamaterjalina soovitan Rein-Karl Loide koostatud õppematerjali „Füüsika näidisülesandeid gümnaasiumile MEHAANIKA” (Koolibri, Tallinn, 2005).

KASULIKUD LISAMATERJALID

Elektroonilistest materjalidest soovitan kasutada järgnevaid interneti lehekülgi:

1. Eesti Füüsika Seltsi koduleht www.fyysika.ee
2. Tartu Ülikooli Nupuvere ülesannete kogu (matemaatika, keemia, füüsika)
www.ttkool.ut.ee/nupuvere/
3. Kooliealiste laste liiklustravalisuse muutumine perioodil 1996-2010, Sirje Lilleorg, 03.08.2011 <http://www.mnt.ee/index.php?id=15954>
4. Maanteeameti liiklusteemaline e-õppekeskkond haridusasutustele (liikluskasvatuse metoodilised materjalid ja kasulikud viited õpetajale
<http://www.liikluskasvatus.ee/taiskasvanud/haridusasutustele/>
5. Riikliku õppekava läbiva teema "Tervis ja ohutus" II kooliastme liiklusohutualaste pädevuste hindamisvahendi analüüs http://www.mnt.ee/public/MA_projekti_aruanne_171215.pdf
6. Tervis ja ohutus - II kooliastme õpilaste õpitulemuste hindamisvahend liikluse alateemas:
<http://www.curriculum.ut.ee/et/labivad-teemad/tervis-ohutus>
7. Lapsed ja noored liikluses – arengulised eeldused ja liiklusohutus (Esko Keskinen 2014)
<http://www.liikluskasvatus.ee/taiskasvanud/haridusasutustele/metoodika-koolile/huvitavat-lugemist/>
8. Õppimine ja õpetamine esimeses ja teises kooliastmes. Eve Kikas.
<https://www.hm.ee/sites/default/files/edukoraamatkaanega.pdf>
9. Õppimine ja õpetamine kolmandas kooliastmes. Üldpädevused ja nende arendamine. Eve Kikas. https://www.hm.ee/sites/default/files/oppimine_ja_opetamine_iii_kooliastmes.pdf
10. Maanteeameti tellitud liiklusohutuse uuringud ja kokkuvõtted erinevate sihtrühmade seas ja erinevatel teemadel: tähelepanu (kõrvalised tegevused), turvavöö kasutamine, jalgrattaga liiklemise ohutus, laste liiklusohutuse uuringud jne: <http://www.mnt.ee/index.php?id=11223>

TABELID JA KONSTANDID

Vaba langemise kiirendus $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

VÄRVUSTE LAINEPIKKUSED JA SAGEDUSED

Värvus	Sagedus (10^{12} Hz)	Lainepikkus (10^{-9} m)
Violetne	659...769	455...390
Sinine	610...659	492...455
Roheline	520...610	577 ...492
Kollane	503...520	597...577
Oranž	482...503	622...597
Punane	384...482	780...622

KÜTTEVÄÄRTUSED

Vedelike kütteväärtused, erisoojused ja tihedused (25 °C juures)

Kütus	Kütteväärtus K (MJ/kg)	Erisoojus c (MJ/kg·°C)	Erisoojus c (kWh/kg·°C)	Tihedus ρ (kg/dm ³)
Bensiin	47	43,6	12,1	0,72-0,80
Etanool	29,7	26,8	7,4	0,7894
Metanool	22,7	19,9	5,5	0,7869
Diiseli, kütteeõli (kerge)	45,4	42,6	11,8	0,845
Biodiiseli	40 (rapsiõli-metüül-ester)	37	10,2	0,86-0,9
Raske kütteeõli	42,5	39,5	10,0	0,96-0,99
Nafta	*	42,8	11,9	0,78-1,00
Isopropanool	33,6	30,7	8,5	0,785
Bensool	41,8	40,1	11,1	0,879
Bibo	*	41,8	11,6	0,796
Parafiinõli	49	45	12,5	*
Kasutatud määrded	*	36	10	*

HÕÖRDETEGURID

Allikas: Autotehniline Kohtuekspertiis

Hõõrdumise liik	Teekatte tüüp	Hõõrdetegur
Liughõõrdetegur (sidestus) sõltuvalt teekattest ja selle seisundist	Asfalt (kuiv)	0,7-0,8
	Asfalt (märg)	0,5-0,6
	Kinnisõidetud lumega kaetud tee	0,2-0,3
	Jääga kaetud tee	0,1-0,2
	Pinnastee (kuiv)	0,5-0,6
	Pinnastee (märg)	0,2-0,4
Veerehõõrdetegur	Asfalt (heas seisukorras)	0,014-0,018
	Kruuskate	0,020-0,025

MÕISTED

Tyndalli efekt ja kolloidlahus [3]

Kolloidlahuses (kr. „*kolla*” - liim) on lahustunud aine osakeste mõõtmed suurusvahemikus 10^{-7} - 10^{-5} cm. Kolloidlahused ja disperssed süsteemid (aerosoolid, emulsioonid, suspensioonid) hajutavad valgust. Neis esineb Tyndalli efekt - valguskiire tee on kõrvalt nähtav helendava koonusena. Kuumutamisel või teatud ainete (koagulantide) toimele toimub koagulatsioon ehk kalgendumine kolloidosakeste liitumise tõttu. Piimavalgud koaguleeruvad elektrolüütide (nt mahlas leiduvate hapete ja maonäärmete poolt eritatava laapensüümi) toimele. Laapensüümi on eriti palju imevate noorloomade maos. Tõelises lahuses esinevad lahustunud ained molekulide või ioonidena (nt piimas). Nad on ajas püsivad ega kihistu. Tõeline lahus ei hajuta valgust, sestap ainult piimas Tyndalli efekti ei esine.

Täielik sisepeegeldumine toimub veejoas, sest taskulambi valguskiirte kimbust lähtuvad äärmised kiired satuvad kahe keskkonna eralduspinnale. Kuna nende langemisnurk on piirnurgaga võrdne või sellest suurem, siis peegelduvad äärmised kiired veeseinalt joasse tagasi. Mingi osa valgusest murdub joast välja ja seda on võimalik vaadelda ainult pimedas; siis paistab meile, et vee juga on valgustatud. Enamik valgusest aga levib joas kuni kohani, kuhu me kannust vett valame. Nii on võimalik jälgida kastekannus asetseva taskulambi tekitatud valguslaiku. Kas pole paradoksaalne - valgus levib ju sirgjooneliselt, kuid juga, mis kannust valatakse on parabool?!

Kiirendus on kiiruse muutumise kiirus ajaühikus:
$$a = \frac{v_{lõpp} - v_{alg}}{t}$$

kus a on kiirendus (m/s^2), t on aeg (s), $v_{lõpp}$ on kiiruse lõpp-väärtus (m/s) ja v_{alg} on kiiruse väärtus vaatluse alguses (m/s). Kiirendus iseloomustab kiiruse väärtuse muutumist ajaühikus. Koolikursuses ja ülesannetes loetakse kiirendus reeglina ühtlaselt muutuvaks (nii sirgjoonelise kui ka kõverjoonelise liikumise korral).

Mootori võimsus on mõiste, millega iseloomustatakse sõidukit või mootorit. Mõõtühikuna kasutatakse kas võimsuse ühikut vatti (W) või hobujõudu (HP, hj). Mootorsõidukite korral on võimsus tavaliselt tuhat korda suurem vatist, seega kasutatakse lühendit kilovatt ehk kW (1 kW = 1000 W = 1,359622 hj; 1 hj = 0,735499 ~ 0,74 kW). Mootori võimsus on märgitud sõiduki registreerimistunnistusele. Mootori poolt arendatav maksimaalne võimsus ei ole kunagi kantud registreerimistunnistusele. Kuna inimene teatavasti ei tunne piire, siis mootori tööea parandamiseks on mootoritele paigaldatud võimsusepiirajad. Registreerimistunnistusele märgitaksegi konkreetse mootori võimsus selle kasutamisel selle sõiduki mootorina.

Kuna mootorsõidukis on mootor sõiduki peamine liigutaja, siis on selge, et kogu võimsust ei ole kunagi võimalik auto liigutamiseks 100% ära kasutada, sest osa tööst kulub mootori enda töötamiseks (võllid, kolvid, ülekanded), ning alles seejärel, mis n-ö üle jääb, antakse edasi ratastele. Tihti kasutatakse auto võimsuse mõistet, kuid tehnilises tähenduses on see sama, mis mootori võimsus, sest kui pole mootorit, pole ka mootorsõidukit. Seega on ülesannetes, kus kasutatakse mootorsõiduki mootori võimsust, autor olnud tehniliselt korrektne ning kasutanud mootori võimsuse mõistet.

Liikumishulk ja impulsi jäävuse seadus on kesksed mõisted füüsikas. Liikumishulk on liikumist iseloomustav suurus või ka liikumise mõõt. Liikumishulgaks nimetatakse keha massi ja tema kiiruse korrutist. Liikumishulga tähis on täht p ning arvutamiseks kasutatakse seost $p = m \cdot v$; tema ühik on [(kg · m)/s]. Liikumishulga muutust nimetatakse füüsikas impulsiks. Liikumishulga muutuse jäävuse seadus ehk impulsi jäävuse seadus on üks põhilisi looduseadusi.

VÄRVUSED JA VÄRVID LIIKLUSES

Kas teadsid, et 1928. aasta juunikuus alustati esimeste liiklusmärkide paigaldamist Tallinnas?

Kas oskad selgitada, mille poolest erinevad mõisted värv ja värvus?

Värv on see, millega saab värvida, ning igal värvil on värvus. Nii on punasel guaššvärvil punane värvus. Sõna värv on seega nimisõna ja sõna värvus on aine füüsikaline omadus. Liikluses domineerivad punane, sinine, valge ja must värv. Aga kuhu jäävad siis roheline ja kollane?

- Tutvu liikluseaduses esitatud märkidega ja tee kindlaks, mis liiki märkidel on kasutatud rohelist ja millistel kollast värvi ning kui mitu neid liiklusmärke on.
- Mis liiklusmärgid on Eestis tähistatud ainult sinise ja valge värviga?

Egas liiklus ainult märkidest ja viitadest ei koosne. Teatavasti on reguleeritavatel ristmikel peamine valgusfoor. Valgusfoore on põhimõtteliselt kolme tüüpi: kolmevärvilised (punane, kollane, roheline) kõigile liiklejaile, kahevärvilised (roheline ja punane) ainult jalakäijatele ning raudteeülesõidukoha juures ühe- või kahevärvilised (punane või punane ja valge), et reguleerida liiklust. Liikluses osalevad erinevad liiklejad -jalakäijad ja juhid (autojuht, jalgrattur, mopeedijuht, mootorrattur, ühissõidukijuht, jne). Kõigile neile on omane üks kindel värv valgustites - punane. On ka valge valgus, kuid teatavasti koosneb valge valgus erineva lainepikkusega valgustest. Räägimegi punasest valgusest. Kas pole paradoksaalne, et liikluses on roheline värv lubav. See tähendab, et võib edasi liigelda, üle tee minna jne. Punane värv on keelav - peab peatuma ja ootama, kuni liikumist lubav roheline on jälle süttinud. Kui aga näiteks õunad on rohelised, siis on nad reeglina toored või me arvame, et nad on toored ja hapud, ega lähe neid puu otsast võtma. Punast õuna nähes oleme arvamusel, et seda on meil lubatud süüa, sest ta on piisavalt küps.

Kas sa ei ole kunagi mõelnud selle, miks on liikluses keelav värv punane? Ega sellele vist ühest vastust nii lihtne leida ei olegi, aga proovime koos. Selleks tuleta meelde valgusõpetuse ja inimeseõpetuse tundides õpitut - inimese meeli. Kas neid oli kuus või seitse? Alustame koos: nägemismeel, kuulmismeel, haistmismeel, maitsmismeel, kompimismeel (nimetatud ka taktiline ehk puutetundlikkus), tasakaalumeel. Kesknärvisüsteemi füsioloogias loetakse inimese meelesüsteemide hulka veel lihaste meel, temperatuuritundlikkus ja valutundlikkus. Vahest on igapäev, kes on autos kaassõitjana viibinud, kuulnud ärritunud autojuhti teise autojuhi kohta

lausumas: „Näe, nüüd jagatakse juhilube pimedatelegi!" Siin on tegemist aga mõlema osalise vaimupimedusega ehk liikluskultuuritusega. „Pada sõimab katelt, ühed mustad mõlemad!" ütleb eesti vanasõna. Kultuuritud on mõlemad: üks, kes teise kohta nii ütleb, ja teine, kes liikluses ettevaatamatult käitub. Tegelik füsioloogilise puudega pole midagi pistmist. Või siiski?

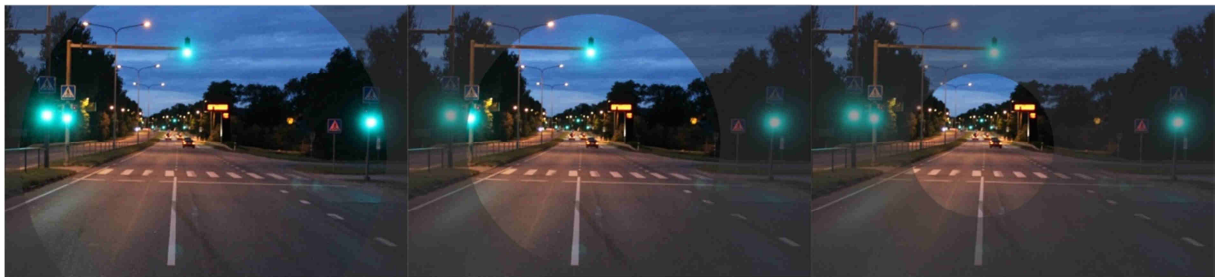
Vaatame lähemalt inimese nägemismeelt ja liikluse seisukohalt olulist nägemistaju.

Silma tajumiselemendid on kolvikesed ja kepikesed. Kolvikesi on silma võrkkestal umbes 7 000 000, kepikesi aga rohkem - 130 000 000. Valgustundlikud elemendid on jaotunud võrkkestal ebahühtlaselt: kolvikesed asetsevad näiteks tihedalt nägemisvälja keskosas ning nende kontsentratsioon on eriti kõrge just kollatähnis, mida me kasutame tavaliselt esemeid väga detailselt uurides. Kollatähnis on iga kolvike seotud omaette neuroniga ja see omakorda ajus asuva nägemiskeskusega. Kollatähni abil näeme kahte eri punkti, kui nende kujutised satuvad eri kolvikestele. Nagu öeldud, on kõige enam kolvikesi just nägemisvälja keskosas. Perifeerias nad puuduvad. Kolvikeste teine ülesanne on tajuda värvusi. Inimene on võimeline silmaga tajuma ainult nähtava valguse spektrivahemikku, st valgust, mille kiirguse lainepikkused jäävad vahemikku violetsest ($390 \cdot 10^{-9}$ meetrit) kuni punaseni ($780 \cdot 10^{-9}$ meetrit). Lõik 10^{-9} meetrit ehk 1 nanomeeter on üks miljardik osa meetrist.

Silma võrkkesta nägemisvälja perifeerias asuvad kepikesed, millel individuaalne neuron puudub. Nii on nad sunnitud terve rühmana koonduma üheainsa närviraku ümber, et ajusse nähtavast objektist signaali edastada. Samu punkte suudame eristada nägemisvälja perifeerse osaga ainult siis, kui nende punktide kujutised projitseeruvad samal ajal kahele kepikeste rühmale. Kui kaks punkti on fookustatud ühe kepikeste rühma piiridesse, näeb silm kõigest ühtainsat.

Aga kepikesed on tundlikumad valgust tajuvad elemendid meie silmas kui kolvikesed seetõttu, et mitu kepikest saadab oma informatsiooni ühte ja samasse närvirakku, väga nõrgalt erutunud kepikesed suudavad ühiste jõupingutustega oma neuronit erutada ning silm näeb siiski midagi. Seega on kepikesed asendamatud just videovälja nägemisel. Järelikult võiksime öösel hoopis paremini näha, kui meil puuduks harjumus fookuseerida kujutis just kolvikestega täidetud kollatähnile. Tuletame meelde, et päevalgi ei kasuta me kogu võrkkesta, sest kollatähni lähedal asub pimetähnis, mis on nn auk nägemisväljas. Selle ava kaudu suunduvad läbi silma sarvkesta välja nägemisnärvikiud. See punkt ei osale üldse nägemisel ei öösel ega ka päeval. Mingit eset vaadates ei jää meie silm kunagi liikumatuks, vaid libiseb mööda kujutise kontuure ja olulisemaid kohti ning teeb peale selle veel kergeid värisemisliigutusi. Esemekujutis liigub mööda võrkkesta väga kiiresti, mis võimaldabki meil näha kõiki selle osi. Valgust tajuvate elementide erinev

konsentratsioon tingib seda, et me näeme küllalt selgesti ainult spetsiaalselt vaadeldavat eset. Aga liikluses? Liikleja (nt autojuht), peab keskenduma eelkõige juhtimisele, kuid samaaegu peab ta pidevalt kõigi oma meeltega tajuma ümbritsevat - ees, taga, kõrval liiklejaid, haarama silmadega teeserval paiknevaid liiklusmärke, vastassuunavööndis liiklejaid jne. „Kui auto liigub kiirusega 30 km/h, on juhi nägemisväli 140°...150°. Sel juhul näeb juht hästi sõiduteed, teadvustab hetkeolukorda ja seda, mis toimub väljaspool tema liikumistrajektoori. Kui auto kiiruseks on 60 km/h, on juhi nägemisväli ahenenud juba kuni 60°. Juht „ei pane tähele“ kõrvalt lähenevat autot, foori muutunud märgutuld või teele tormavaid lapsi. Kiirusel 120 km/h tajub juht arusaadavalt vaid seda, mis jääb nägemisvälja 10°...15° piiridesse.“ [4]



Joonis 1. Juhi vaateväli väheneb kiiruse kasvades.

Inimese silm on valgusdetektor. Selline seadeldis kasutab valgust registreerides harilikult fotoelektrilist efekti ehk lihtsalt fotoefekti. See efekt võib avalduda kaheti. Kui valgusosake ehk footon langeb objektile ja neeldub selles, siis:

- a) ta kas lööb elektroni ainest täiesti välja või
- b) põhjustab ainult elektroni siirde kõrgemale energianivoole.

Esimesel juhul kannab nähtus nimetust välisfotoefekt ning teisel juhul on tegemist sisefotoefektiga. Viimane võib avalduda kas materjali elektrijuhtivuse muutumises (nii töötavad mitmed signalisatsiooniseadmed) või nn fotovoolu tekkimises. Silma valgust tajuvad seadmed on ehitatud nii, et nad võivad anda ajju infot mitte nendele langeva valguse intensiivsuse kohta, vaid üksnes valgustatuse muutumise iseloomu kohta, st niipea kui muutub kas või vähimalgi määral kepikeste ja kolvikeste valgustatus, saadetakse ajju elektriline signaal, mis kujutab endast füsioloogilist reaktsiooni silma võrkkestas toimunud fotoefektile.

Mis on aga kepikeste ja kolvikeste sees? Kepikesed, mida on silmas märksa rohkem kui kolvikesi, sisaldavad purpurjat vedelikku rodopsiini ehk nägemispurpurit, mis oma võime tõttu neelata valgusenergiat reguleerib kepikeste valgustundlikkust. Intensiivsel valgusel on aga rodopsiinile pleegitav toime ning selle tõttu kepikeste valgustundlikkus väheneb ja nad on heledas valguses passiivsed. Pimedusega adapteerunud silmas on kepikeses jälle piisaval hulgas nägemispurpurit

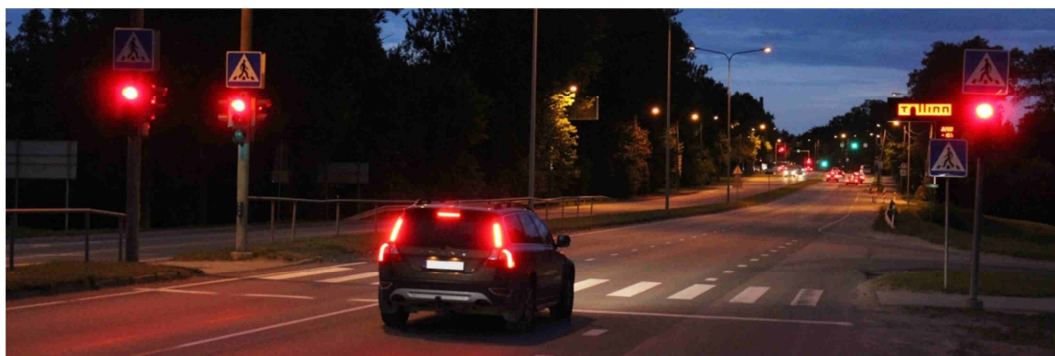
ning silm muutub nõrkade valgusallikate suhtes väga tundlikuks. „Väidetakse, et silm suudab sel juhul registreerida isegi paarist tosinast footonist koosneva valgussähvatus. Kogemused näitavad, et hästi kohanenud silm suudab näha nii nõrka valgusallikat, mille registreerimine ülitundlikule fotoplaadile võtab ligi kaks tundi aega." [5]

Miks on ikkagi ohtu ja erilist tähelepanu nõudvad asjad liikluses just punased? Aga just sellesama fotoefekti ja rodopsiini tõttu. Et inimene üldse valgussähvatusle reageeriks, peab silmas toimuma fotoefekt. Et fotoefekt tekiks, peab olema mingi maksimaalse pikkusega või minimaalse sagedusega valguslain. Säärane on just punane valgus, sest tema lainepikkus on kõigist teistest värvustest pikim (780 - 622 nm) või siis sagedus jälle kõige väiksem (384 - 482 THz; loe teraherts; T - tera - 10^{12}).

Sellist maksimaalset lainepikkust või minimaalset sagedust, mille korral veel fotoefekt toimub, on just punase järgi, mida inimese silm on suuteline fikseerida, hakatud nimetama fotoefekti punapiiriks. Tuletame meelde, et inimese silm ei ole võimeline registreerima ei ultraviolet- ega ka infrapuna- ehk soojuskiirgust.

Samas on küllalt materjale, millel fotoefekti tekkimise punapiir võib langeda hoopis nendesse piirkondadesse. Kui joonistatakse süda, siis reeglina on see punane. Armastuse sümbolina kasutatav roos on samuti punane. Punane on vere, tule, jõu ja sõja sümbol.

Inimeste puhul on punane värv sageli seotud raevu ja vihaga, sest selles olekus muutub vereringe kiirenemise tõttu nahavärv punaseks. Punane märgib ka ohtu, põnevust ja kiirust. Purpursed riided sümboliseerisid jõukust ning väarikust. Aga samas on punane kujunenud liikluses just keelavaks ja ohtu või ohtlikku olukorda ennetavaks värviks. Nüüd me juba teame, et mitte ainult ajaloolistel põhjustel ei ole auto pidurituled punased, vaid ikka selle tõttu, et me neid paremini näeksime ning kiiremini reageerida jõuaksime.



Joonis 2. Punane värv liikluses püüab tähelepanu.

TÖÖLEHT 1. PÄÄSTJAD SAABUVAD

Jalgratturiga on juhtunud õnnetus. Vigastatud jalgratturi haavast voolab ohtralt verd. Läbi vihma ja udu paistavad kiirabi sinised vilkurid ja kostab helisignaal. Raskelt vigastatule antakse kiiresti esmaabi ning suure verekaotuse kompenseerimiseks asetatakse talle kohapeal tilguti füsioloogilise lahusega (see on umbes 9 g soola 1 liitri vee kohta). Mis sa arvad, miks ei tohi elutähtsat vedelikku ilma soolata üle kanda?



Joonis 3. Parameedikud tegutsemas.

Uuri järel!

1. Mitu protsenti inimese kehast moodustab vedelik?
2. Millest inimkeha veel koosneb? Koosta arvutiga sektordiagramm, printi see ning lisa oma töölehele.

ROLLIMÄNG. Kas sina oskad anda esmaabi?

Oletame, et üks kaaslastest on jalgrattaga kukkunud ning vigastanud oma kätt ja jalga. Jalal on lahtine haav, millest voolab verd, mis on tumepunane. Rohkem kui jalg tekitab valu kaaslase käsi, mis on küünarvarrest moondunud. Kuna sõitsite koos, siis oled sina see, kes on esimesena kaaslase juurde on jõudnud. Kuidas toimid, et kaaslast aidata?

Vasta küsimustele!

- Mis telefoninumbril pead teatama õnnetusest?
- Tuleta meelde, mida tuleb öelda, kui teatad häirekeskusele õnnetusest.
- Pane kirja kõik vajalikud sammud, mida tegid kaaslasele abi andes.
- Kuidas aitasid kaaslast kuni kiirabi tulekuni?
- Kas jalgratturil oli kiiver?

NÄE JA OLE NÄHTAV! TULEDE KASUTAMINE LIIKLUSES

Esiialgu arvati, et valgus hajub õhus olevatelt mikroskoopilistelt tolmuosakekestelt ja veepiiskadelt. 1899. aastal esitas lord J. Rayleigh hüpoteesi, et valgus hajub õhumolekulidelt. 20. sajandi esimesel poolel tehti kindlaks, et valgus ei haju mitte otseselt molekulidelt, vaid nende kaootilisest liikumisest tingitud tihendustelt ja hõrendustelt (kord on õhumolekulid tihedamini teineteise kõrval ja siis jälle hõredamalt). Kõik ju teavad, et mida paksem on pilv (nt äikesepilv), seda tumedam ta on. Miks see nii on? Aga selle tõttu, et mida tihedam ja paksem on pilv, seda rohkem valgust temas neeldub ning seda tumedam ta meile paistab. Loogiline, kas pole?! Milline on aga valguse hajumise ja liikluse seos? Kohe selgitan.

Eestis hakati ööpäevaringselt lähi- või päevatulesid kasutama juba 1993. aastal. Esiialgu tehti seda lastele olulistel kuupäevadel, s.o kooliaasta alguses ja lõpus. Näiteks pidid septembri esimesel nädalal ja juuni esimesel nädalal kõik sõidukid, millel olid standardvarustuses ette nähtud valgustusseadmed, need ka päeval sõites sisse lülitama. Muudel aegadel oli juht kohustatud tuled sisse lülitama üksnes siis, kui oli saabunud tsiviilne hämarik - pime või halva nähtavusega aeg. „Tsiviilne hämarik algab Päikese loojumisest ja kestab seni, kuni Päike on laskunud kuue kraadini allapoole horisonti. Seda aega võib lugeda päeva jätkuks, kuna meie nägemismeel töötab veel päevases režiimis. Me näeme värve, võimalik on lugeda ja kirjutada, vajadus kunstliku valguse järele puudub. Tähti taevas näha ei ole.“ [6]

Liiklusseaduse §40 järgi „sõidu ajal peavad mootorsõidukil põlema lähi- või kaugtuled ning ääre- ja numbrituled. Trammil peavad sõidu ajal põlema lähi- ja ääretuled. Haagisel peavad sõidu ajal põlema ääre- ja numbrituled. "Valge ajal võib lähitulede asemel kasutada päevatulesid, päevatuled võivad põleda ilma ääre- ja numbrituledeta. [7]

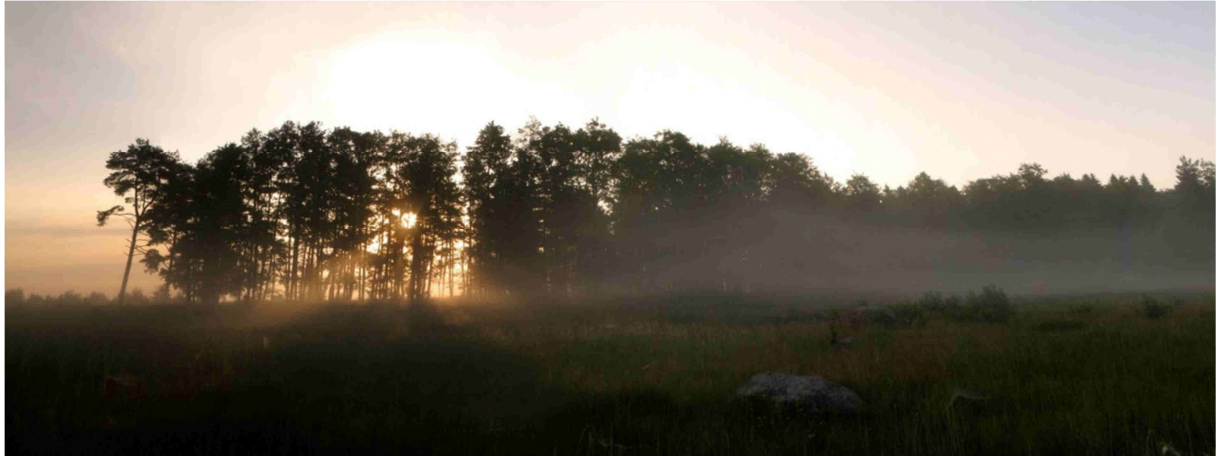
Seega peavad kõik sõidukid ka päeval sõitma päeva- või lähituledega, et anda liikuva sõiduki olemasolust märku kaasliiklejaile. Pimedatel ja sombustel sügisõhtutel on need suvekuudel märkamatuult töötanud seadmed muutunud kõige tähtsamaks sõidukijuhile endale.

„Paljudel autodel süttivad tuled automaatselt mootori käivitumisel ja kustuvad mootori seiskumisel. Sellisel juhul võib tulede olemasolu kahjuks hoopiski ununeda. Pimeduse saabudes läheb aga elu meie teedel õige huvitavaks. Uurimused on näidanud, et ligi 40 protsendil autodest esineb valgusseadmetes vähemalt üks viga. See ei tähenda ainult seda, kas tuled põlevad või ei põle, vaid ka seda, kuidas kellelgi on tuled reguleeritud või kuidas lisatulesid kasutatakse.

Tüüpiline näide on vastutulijaid lähituledega pimestajad või kaugtuledega puude latvu valgustajad. Leidub ka neid, kes toimivad põhimõttel, «mida rohkem, seda uhkem» ja on autol kõik, mis vähegi valgust kiirgab, sisse lülitanud." Nii kirjutab Richo Freiwald, ASi Carring autode müügijuht ajalehes Postimees [8].

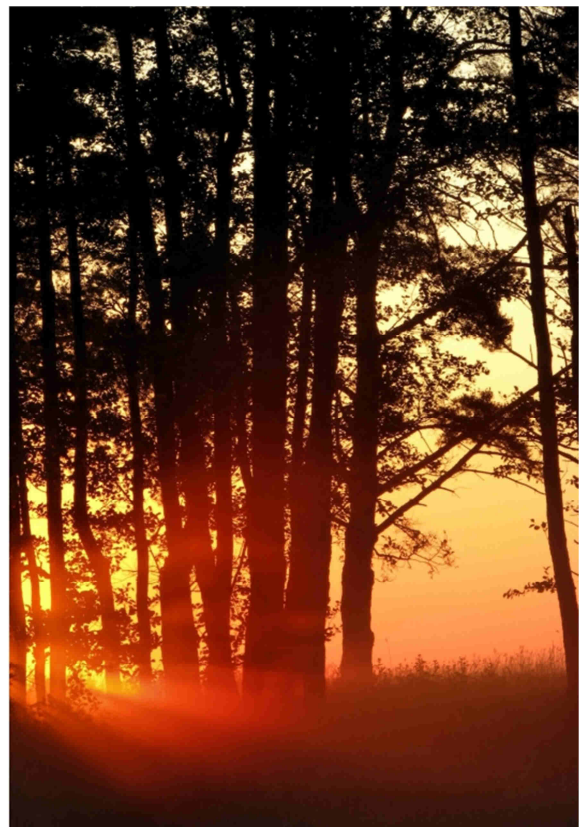
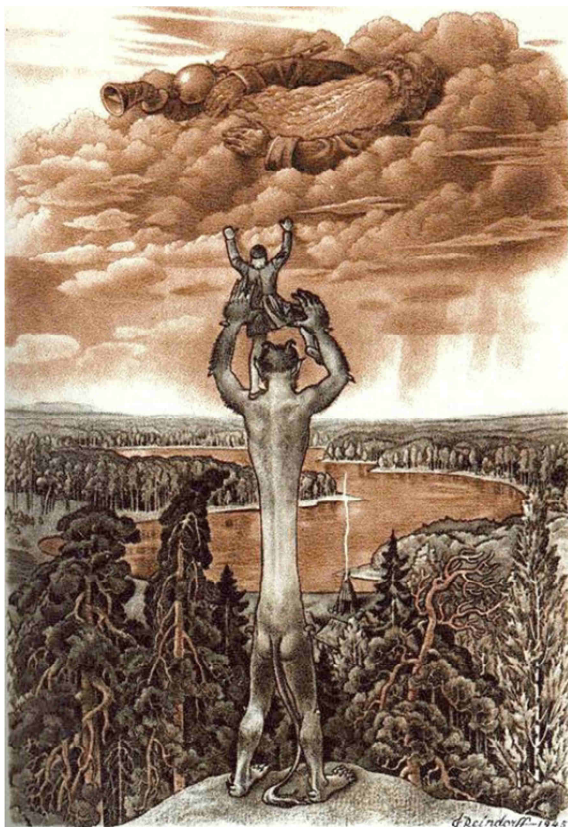
Tuledega sõitmise vastased põhjendavad vastuseisu sellega, et automootoriga toodetud elekter on väga kallis ning saastab keskkonda. Näiteks kehtis Austrias nõue sõita päeval tuledega kuni 2008. aastani. Kuid tõsi on seegi, et tuledega sõitev auto on nähtavam. Nimelt on inimese silmal see puudus või ka omapära, et nägemisväli ehk nägemisnurk on muutuv, see kahaneb näiteks kiiruse suurenedes. Kiiresti sõitva auto juht näeb nägemisvälja äärel mustvalget pilti, mistõttu ta ei pruugi isegi liiklusmärke märgata. Veelgi enam, juht vaatab sageli teisi liiklejaid, st autotulesid just nimelt silmanurgast, nägemisvälja servalt, et end mitte pimestada. Tulederivis olev tuledeta auto jääb silmanurgast kiikavale juhile märkamata.

Paigast ära tuledega, ent ka kaugtuledega sõitvad autod on küll nähtavad, kuid häirivad teisi liiklejaid. Liiklusseaduse järgi peavad mootorsõidukil sõidul pimedal ajal või halva nähtavuse korral põlema lähi- ja/või kaugtuled ning ääre- ja numbrituled. Kehtib nõue, et pimedal ajal sõites peab juht kaugtuled ümber lülitama lähituledeks, kui tee valgustus tagab nähtavuse vähemalt 300 meetri ulatuses. Samuti ei tohi kasutada kaugtulesid, kui vastutulev sõiduk on nii lähedal, et võidakse selle juhti pimestada, ja ka siis, kui kaugtuled hakkavad valgustama ees sõitvat sõidukit või mõnda teist sõidukijuhti (nt tee kõrval liikuvat vee- või raudteesõidukijuhti). Eesmised udutuled võivad põleda sõidu ajal koos esituledega, kui nähtavus on halb. Eesmised udutuled võivad põleda ka lähitulede asemel. Esimesed udutuled võivad olla kas kollased (vanematel autodel) või valged. Kogenud autojuht lülitab halva nähtavuse korral lähituled juba aegsasti sisse. Miks? Kaugtuled peaksid ju olema paremini nähtavad teistele liiklejatele ja rohkem teed valgustama! Esimene pool on õige, kuid teine pool mitte. Selleks tuletame meelde, mis on udu. Udu tekib siis, kui õhu suhteline niiskus on 100%. Õhk muutub küllastunuks ning veeaur hakkab kondenseeruma tilgakesteks. Tavaliselt kondenseerub veeaur mingil pinnal. Õhus on selleks piisavalt palju tolmu-, tahma- või sulfaatide osakesi, mida nimetatakse sel juhul udu kondensatsioonituumadeks. Mida suuremad need nn tuumad on, seda suuremad on ka udu moodustavad tilgakesed.



Joonis 4. Marko Liiva foto „Udune hommik“.

Kui autojuht lülitab udus sõites sisse kaugtuled, siis hakkab valgus veepiiskadelt tagasi peegelduma, nagu see on helkurite korral. Helkurilt peegelduv valgus on aga koondunud. Kuid suure hulga peegeldunud valguse põhjustatud valgustatus on juhi jaoks pimestav ning kahandab märgatavalt nähtavust. Lülitades kaugtuled lähituledeks, hakkab toimima Tyndalli efekt. See on nähtus, kus valgusekiirgus kolloidlahuse süsteemis (udu, tolmune õhk jt) hajub ning valgusvihu tee keskkonnas muutub nähtavaks (joonised 4 ja 5). Efekt on saanud nime selle esmaavastaja iiri teadlase John Tyndalli järgi 1869. aastal.



Joonis 5. Tyndalli efekt kunstis ja looduses: Günther Reindorff'i "Vanapagan" [9] ja Marko Liiva foto "Päikese tõus".

TÖÖLEHT 2. VALGUSE HAJUMINE

Töö eesmärk

1. Uurida valguse hajumist sõltuvalt valgusallika intensiivsusest.
2. Uurida valguse hajumist sõltuvalt valguse värvusest.
3. Tutvuda Tyndalli efekti esinemisega meie igapäevaelus.

Töövahendid: taskulambid (tavalise hõõgpirniga, halogeenpirniga, LED-iga), klaasist anum (soovitavalt akvaarium või mõni suurem lillevaas), värvilist kilet või klaasi (värvusfiltrid: kollane, punane, sinine, roheline), piima, läbipaistvaid kilekotte, teip, pipett.

Töö käik

1. Vala anumasse vett ja suuna taskulambi valgusvihk läbi anuma. (Vt joonis 6). Vaheta lampe. Kas märkad erinevust?



Joonis 6. A. Taskulamp ja vesi anum



B. Taskulamp on koloidlahuses

2. Mähi taskulambid hoolikalt kilekottidesse ja kinnita teibiga. Aseta nüüd töötavad taskulambid vette. Kirjelda paari lausega, mida märkad.
3. Võta pipetiga veidi piima ja tilguta vette. Sega, nii et lahus muutub veidi sogaseks. Nüüd oled saanud koloidlahuse, mis hajutab valgust. Selles esineb ka Tyndalli efekt. Erinevaid taskulampe kasutades uuri, millise lambiga tuleb Tyndalli efekt paremini esile ja millisega vähem. Kirjelda, mida märkad.

4. Aseta taskulambi ette kas värviline klaas- või kilefilter ja uuri, mis värvi valgus levib kolloidlahuses paremini ning milline neeldub. Kirjelda, mida märkad.

Proovi veel:

- Vala piim klaasi ja suuna selle valgusvihk. Kas märkad valguskiirte levikut piimas?
- Sega vette näiteks tärklis ja uuri, kas selles lahuses tekib valguse hajumise efekt.

Küsimused ja ülesanded

- Täienda jooniseid: a) joonesta kiirtekäik valguse murdumisel; b) joonesta valguskiirte vihk kolloidlahuses.
- Miks on udu korral mõistlik kasutada kollaseid udutulesid?
- Põhjenda, miks on udu ja halva nähtavuse korral mõistlik lülitada kaugtuled ümber lähituledeks?
- Mis sa arvad, miks on tagumised udutuled punased, mitte valged?
- Tuleta meelde, mis on õhk ja millest ta koosneb.
- Too veel näiteid, mis tingimustes on võimalik vaadelda Tyndalli efekti ehk valguskiirte vihu nähtavaks muutmist-tekimist koduses majapidamises, looduses, filmikunstis.

HELKIVAD ÖÖPILVED JA HELKUR

Retooriline küsimus: miks jalakäijad ja ratturid pimedal ajal auto alla jäävad? Aga miks ei esitata küsimust kunagi nii: miks autojuht pimedal ajal jalakäijat või ratturit ei märka? Põhjusi on kaks. Esiteks, juhid sõidavad "tuledest ees". Kui auto kaugtuled valgustavad teed 100 meetri jagu, siis kiirusega 90 km/h sõitev auto läbib selle maa nelja sekundiga. Ohu märkamisest jala piduripedaalile panemiseni läbib auto umbes 25 meetrit. Pidurdamiseks jääb ainult 3 sekundit ja 70 meetrit. Selge, et ei piisa ei ajast ega teest. Arvestades liiklustihedust, ilmastikuolusid ja teisi liiklejaid, sõidetakse 90 km/h kiirusega ka maanteel lähituledega. Säärasel valguses ja niisuguse kiirusega märkab autojuht jalakäijat alles 30 meetri kauguselt. Juht jõuab jala panna küll piduripedaalile, kuid pidurdada enam ei jõua.

Teine põhjus, miks sagenevad õnnetused käijatega pimedal ajal, on see, et jalakäija ei tee ennast nähtavaks. Jalakäija ei kanna helkurit, kuigi liikluseaduse §-s 22 on kirjas: „Halva nähtavuse korral või pimedal ajal teel liikudes peab jalakäija kasutama helkurit või valgusallikat.“ [7] Helkur või taskulamp on muutunud auto standardvarustuseks, sest ilma autota on iga autojuht ju samuti jalakäija. Mootorsõiduki juht peab halva nähtavuse korral ja pimedal ajal asulavälisel teel hädapeatamise korral autost või traktorist sõiduteele väljumisel ja sõiduteel viibimisel kandma ohutusvesti. [7]

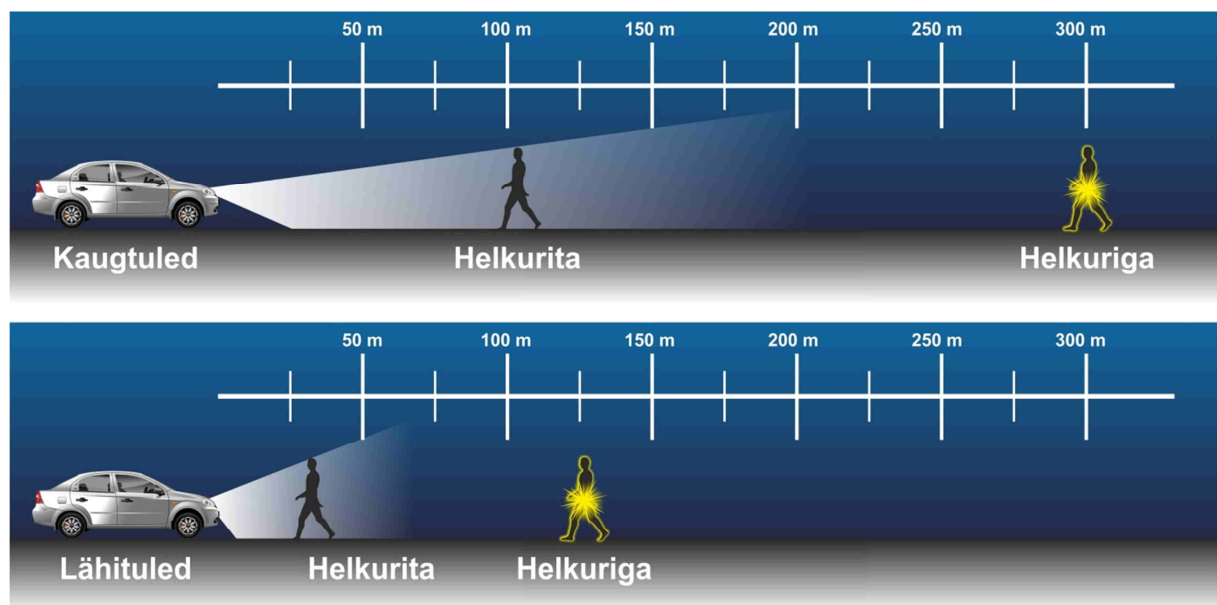
2008. aasta juunis Prantsusmaal alanud teeohutuskampania eestkõneleja oli Chaneli moemaja peadisainer ja moeikoon Karl Lagerfeld, kes seisab reklaamplakatil maanteel ning näeb talle omaselt šikk välja - must ülikond, must kikilips, juba kaubamärgiks kujunenud mustad prillid ning loomulikult mustad nahksõrmikud. Hea väljanägemine on aga kaetud erkollase ohutus- ehk helkurvestiga ning plakatil on kirjas järgmine tekst: „SEE ON KOLLANE, SEE ON KOLE, SEE EI SOBI MITTE MILLEGAGI, KUID SEE VÕIB PÄÄSTA SU ELU!“



Joonis 7. Karl Lagerfeld helkurvestiga [10].

Teavituskampaania andis prantslastele teada uuest seadusest, mis nõuab, et kõigil autojuhtidel oleks teeõnnetuse korral autos varuks ohukolmnurk ja helkurvest ning jalgratturitel sõidu ajal seljas helkurvest. See foto oli Karl Lagerfeldi viis paluda Prantsuse kodanikel olla liikluses veidigi ettevaatlikumad.[10] Ka Eestis peab mootorsõiduki juht halva nähtavuse korral ja pimedal ajal asulavälisel teel hädapeatamise korral autost või traktorist sõiduteele väljumisel ja sõiduteel viibimisel kandma ohutusvesti.

Õnneks on Eestiski hakanud jalgratturid kandma üha enam asulasisestel ja -välistel teedel ohutusvesti ilma mingi käsu ja seaduseta. 2008. aasta liiklusohutuskampaaniast „Ära unusta helkurit, Sind on raske unustada" jõudis ehk iga liiklejani teadmine, et helkur on tõepoolest odavaim elukindlustus. Korraliku helkuriga varustatud liikleja (jalakäija, jalgrattur) on aga juhile nähtav 130-150 meetri kauguselt nagu näidatud joonisel 8.



Joonis 8. Kui kaugelt näeb sind autojuht [11].

Mis on helkuril ja helkurvestil seost helkivate ööpilvedega? Vaatame lähemalt. Selgetel suveõhtutel võib mõnikord taevas märgata kaunist vaatepilti - tumeda taeva taustal helenduvad pilveribad - nagu helkurit kandvad liiklejad pimedal maanteel. Maa kihutab ümbritsevas pimeduses tohutu kiirusega ümber Päikese nagu auto pimedal maanteel. Kui maanteel on liikleja, kes kannab helkurit, siis märkab autojuht teda väga palju kaugemalt kui ilma helkurita tumedates riietes inimest, sest helkur peegeldab ju temale langenud autotulede valguse tagasi. Mille poolest on sarnased helkivad ööpilved ja helkur?

1934. aastal patenteeris Nottinghami teetöeline Percy Shaw maailma esimese helkuri, mis toetus Richard Hollins Murray 1927.aasta peegelduvate läätsede patendile. Helkuri loomise idee tekkis

leidlikul mehel öösel valgustamata teel sõites - ta märkas, et teepervel seisva kassi silmad peegeldavad auto tulede valgust. See omadus peegeldada neile peale langenud valgust on paljude süvaveekalade ja teiste maismaakiskjaliste silmadel. Nende silma sisepinnal on helkiv kiht, mida nimetatakse sarakileks ning mille ülesanne on peegeldada silma langenud valgust. Tänu sellele hiilgavad kassi silmad pimedas. Täpsemalt öeldes ei tekita silmad ise valgust, vaid ainult peegeldavad silma sattunud ja selle tagapinnale koondunud valgusallikatest lähtuvaid, sealhulgas ka väga nõrku valguskiiri. Sarakile otstarve on valguskiiri uuesti silma võrkkestal paiknevatele valgust tajuvatele elementidele peegeldada ja nii nende toimet suurendada. Sarakilega varustatud silmad kasutavad seega ära kõik sinna sattunud valgusosakesed, nagu teeb seda ka helkur.

Esimene helkur kujutas kummist raamiga ääristatud marmorklotsi. Mõni aasta hiljem ühendati omavahel kaks leiutist - plast ja helkur - ning marmorist helkurid vahetati välja plasti vastu. 1947. aastast võeti nn kassisilmad kasutusele maanteedel, nende leiutaja pärjati aga Briti impeeriumi ordeniga, sest Percy Shaw leiutis osutus äärmiselt kaalukaks liiklusohutuse valdkonnas.

Helkivad ööpilved on aga 75-90 km kõrgusel kõrgatmosfääris paiknevad pilved. Maalt on nad vaadeldavad suvel hämariku vööndis, see tähendab 45-70 laiuskraadil. Seega saab neid Eestis selgetel suveõhtutel hästi jälgida. Helkivad ööpilved on suured ($2 - 3 \cdot 10^6 \text{ km}^2$) lainelise struktuuriga pilveväljad. Nad koosnevad üliväikestest osakestest, mille läbimõõt on umbes 0,1 mikromeetrit. Helkivaid ööpilvi moodustavate jääkristallide tarvis satub osa veeauru mesosfääri troopikavööndi troposfäärist äikesepilvede kerkiva õhuvooluga. Need osakesed on moodustunud tolmuosakeste ümber tahkestunud veeaurust ning keeruliste fotokeemiliste reaktsioonide (nt metaani lagunemise) tagajärjel tekkinud laetud veemolekulide kogumitest. Metaani hulga kasvule atmosfääris on suuresti kaasa aidanud inimtegevus. Seepärast on suurenenud ka võimalused näha helkivaid ööpilvi tihemini kui sajand tagasi.



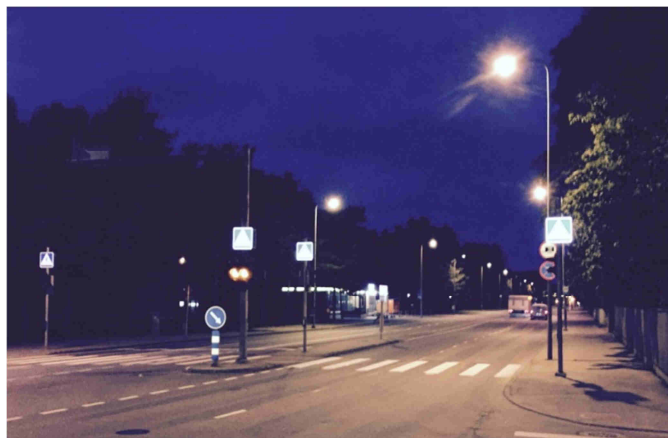
Joonis 9. Helkivad ööpilved [11].

Esimesena vaatles helkivaid ööpilvi 1851. aastal Tartu Tähetornis J. H. von Mädler. Aastast 1964 on Tartu Astrofüüsika Observatoorium ülemaailmne helkivate ööpilvede uurimise keskus. Kuigi helkivad ööpilved esinevad ka päeval, ei saa neid vähese heleduse tõttu heleda taeva foonil märgata. Samas valgustab horisoni taha kadunud Päike neid veel kaua pärast seda, kui madalamad pilved on jäänud Maa varju. Seega peegeldub Päikese valgus helkivaid ööpilvi moodustavatelt jääkristallidelt nagu autotulede valgus jalakäija helkurilt või helkurvestilt.

HELKURMATERJALID

Helkurmaterjalid on optilised materjalid, mille elemendid on kas kolm ristuvat peegeltasapinda või valgust murdvad-pegeldavad mikrokuulikesed. Helkurmaterjalide tööpõhimõte on, et nad peegeldavad neile langenud valguse langemissuunas tagasi. Elastsel alusel (tekstiilil või kilel) helkurite tööpõhimõtte alus on 1937.aastal leiutatud klaaskuultechnoloogia. Läbipaistvad kuulikesed helkurmaterjalides toimivad mikroläätsedena, koondades langeva paralleelsete kiirte kimbu sfäärikeste taha fokaaltasapinda asetatud valgust hajutavale pinnale. Pärast hajumist ja teistkordset sfääri läbimist levib väljunud kiirtekimp tagasi langeva kiirtekimbu sihis. Sellise läätsekese sees toimub täielik sisepeegeldumine seni, kuni valguskiire asend kuulikese pinna suhtes muutub ning võimaldab tal sealt väljuda. Võib öelda, et autojuht, kes vaatab sellise kattega liiklusmärki või teemärgistust, näeb klaaskuulikeste tekitatud autolaternate kujutisi neid kujutisi tekitanud mikroläätsede kaudu. Sel viisil näeb autojuht pimedal ajal sõites liiklusmärki või jalakäija poolt kantavat helkurit.

Täiuslikumates reflekskiledes on õhukese pinnakile ja kuulikeste vahel õhk (see vähendab valguskadusid), veelgi kallimatel kiledel on aga peegeldavaks elementiks prismad. Sääraseid kilesid kasutatakse ka liiklusmärkide ja reklaamtahvlite valmistamiseks.

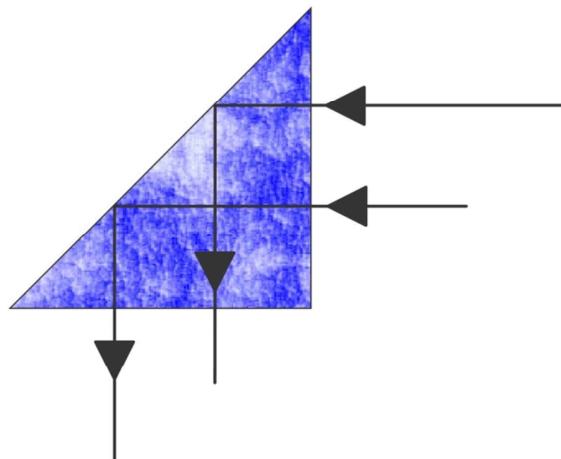


Joonis 10. Liiklusmärgid peegeldavad valgust

Fotol on näha liiklusmärgid, mis helenduvad pimedas fotoaparaadi välklambi valguses [12]. Lihtsalt tasapeeglit peegeldumisel sõltub peegeldunud valguse levimise suund peegli asendist (peegeldumisseadus!). Niinimetatud ripphelkurites ehk plasthelkurites on pärast kolme peegeldumist kuubi sisenurga kolmelt tahult väljuva kiire suund täpselt vastupidine langeva kiire suunale, kuna igal peegeldumisel muutub vastupidiseks valguse kiiruse see komponent, mis on risti tahuga, millelt peegeldumine toimub. Selline kuubi sisepind on võrdväärne kolmest omavahel risti asetatud tasapeeglist moodustatud nurkpeegliga, mis peegeldab sellele langeva valguse tagasi

täpselt samas sihis, kust see sinna tuli. Järelikult peegeldab helkur iga valguskiire sõidukijuhi poole sõltumata sellest, mis nurga all helkur meie riiete küljes ripub. Sellel nähtusel põhinebki plasthelkurite töö.

Mida tähendab aga täielik peegeldumine? Keskkonnas (nt õhus, vees jm) allub valgus sirgjoonelise levimise seadusele ehk valguskiired levivad sirgjooneliselt. Kui valguskiir on jõudnud kahe keskkonna piirpinnale ehk pinnale, mis eristab kaht keskkonda teineteisest, siis murduvad valguskiired üleminekul ühest keskkonnast teise. Kui asetada valgusallikas näiteks vette ja muuta valguskiire langemisnurka piirpinna suhtes, siis peegeldub teatud langemisnurga väärtuse korral (nt 49° vees ja 42° klaasis) valgus samasse keskkonda ehk vette tagasi. Nähtust kasutatakse optilistes sidekaablites ja meditsiinis, kuid ka mitmesugustes valgustites sisekujunduses ning helkurites, milles kasutatakse klaasprismasid (joonis 11).



Joonis 11. Valguskiire murdumine.

TÖÖLEHT 3. VALGUSE PEEGELDUMISE UURIMINE

Töö eesmärk

1. Uurida valguse sisepeegeldumist vees.
2. Uurida valguse peegeldumist erinevatelt helkurmaterjalidelt.

Töövahendid: plastämber või plastkastekann, vesi, taskulamp, kilekott, teip, plastiliin, kauss, erinevast materjalist helkurid (plastist, pehmed jmt), kolm tasapeeglit, ekraanina võib kasutada valget paberilehte, luup või mikroskoop.

Töö käik

A. Täieliku sisepeegeldumise uurimine.

1. Mähi taskulamp läbipaistvasse kilekotti ja teibi korralikult kinni. NB! Kontrolli enne, et kott terve oleks ja taskulamp vees ei rikneks! Kui kasutad kastekannu, siis kinnita taskulamp kannu põhja nii, nagu on näidatud joonisel. Kui kasutad vana, kuid tervet plastämbrit, siis tee ämbri põhja lähedale naela või naaskliga auk. Ettevaatust, et kätt ei vigastaks! (Näpunäide: plastmaterjalisse on kõige lihtsam viis auku teha, kui kasutad küünalt, näpitsaid ja naela. Selleks hoia naela näpitsate vahel küünlaleegis. Kui nael on piisavalt kuum, siis sulata soovitud auk. Ära unusta küünalt kasutades tuleohutusnõudeid!) Et lamp kannu põhjas paigal püsiks, kasuta plastiliini ja teipi.



Joonis 12. Taskulambi asend katse sooritamisel kastekannuga

2. Lülita lamp tööle ja täida kann veega. Seejärel kalluta kastekannu, nii et vesi hakkaks sellest voolama pörandale asetatud kaussi.
3. Jälgi kohta, kuhu veejuga langeb. Mida märkad?
4. Palu oma kaaslastel jälgida veejuga kõrvalt ning kirjeldada, mida nad näevad.
5. Korda katset, asetades kannu tila külge sõela. Kirjelda, mida märkad.
6. Täienda joonist, näidates sellel valguskiire käiku veejoas.

B. Peegeldumise uurimine kolme tasapeegli abil

1. Võta väike tasapeegel ning peegelda taskulambi valgust ja kontrolli peegeldumisseaduse kehtivust.
2. Kinnita kaks tasapeeglit plastiliiniga lauale nii, et peeglite peegeldavad pinnad oleksid laua pinnaga risti ning moodustaksid omavahel täisnurga. Suuna nüüd taskulambi valgus ühele peeglitest nii, et sellelt peegeldunud valgus langeks teisele peeglile. Mida märkad? (Et valguskiirt nähtavamaks muuta, võid kasutada nn pritsipudelit ning õhku pisut veepiisku paisata.) Muuda lambi asendit peeglipaari suhtes. Kas peegeldunud valguslaiku on võimalik alati näha?
3. Võta kolmas peegel ja aseta see kahe peegli vahele nii, et iga kahe peeglipaari vahel oleks täisnurk ja kolmanda peegli peegeldav pind oleks suunatud ülespoole. Muuda lambi asendit peeglite suhtes.
4. Uuri, kas peegeldunud valguslaiku on võimalik alati näha?
5. Joonesta siia katse skeem esmalt kahe peegli korral ja siis kolme peegli korral.

Küsimused ja ülesanded

- Selgita kaaslastele valguse peegeldumis- ja murdumisseadust. Too näiteid.
- Selgita peeglitega korraldatud katse põhjal, miks on pimedas helkuriga liikuvat inimest autojuhil kergem märgata.
- Miks tavalise peegli kasutamine helkuri asemel ei ole mõttekas?
- Uuri internetist, milliseid helkureid on veel tänapäeval olemas?
- Tee internetist kindlaks, millal tuleb vana helkur uue vastu välja vahetada ehk milline peab olema kasutatava helkuri tehniline seisukord?
- Mis laiuskraadil asub Eesti?
- Kui kõrgel on mesosfäär?
- Uuri internetist, kui suur metaanikogus paisati Maa atmosfääri eelmisel aastal. Millest oli see tingitud?
- Miks peavad trammil peeglid olema? Tramm sõidab ju nagunii kogu aeg rööbastel ja liikluseaduse järgi on trammil alati eesõigus?
- Miks kasutakse ristmikel ja õuealalt välja sõites, kus nähtavus on piiratud, kumerpeeglit? Miks ei ole mõttekas neis kohtades kasutada nõguspeeglit? Põhjenda ja illustreeri oma selgitust joonisega.

- Uuri võimaluse korral järele, kas autos on kõik peeglid ühesuguste omadustega. Kui ei, siis mida peab autojuht teatud peeglitesse vaadates alati arvestama. Kirjelda neid peegleid ja olukordi.

RULLNOKKADE SÕIDUSTIIL (I OSA)

On tore, kui noortel meestel on julget pealehakkamist ja energiat, aga kahjuks kohtame üsna tihti sellist eneseteostust just liikluses, kus see õige ei ole. Lugejale ei ole ilmselt vaja defineerida, kes see *rullnokk* on. Wikipediast võib leida täpsema kirjelduse. *Rullnokkade* rullis nokkmüts on ilmselt see, mis piirab nende nägemisvälja ja mõttemaailma torukujuliseks ning seetõttu ei lase neil arvestada kaasliiklejaid. Kahjuks ei saa mootori mõirgamisest rahuldust mitte ainult palju kirutud noored BMWdega. Kui ühtele on omane end ja oma sõiduvahendit müra ning



kummivilinaga kaaskodanikele atraktiivseks ja pilkupüüdvaks muuta, siis teiste korral on tihti tegemist oskamatusena allutada sõiduk loodusseadustele. Nad püüavad justkui undava mootoriga paigalt võttes muuta Newtoni seadusi. Kahjuks tuleb tõdeda, et see ei õnnestu ka kõige parema tahtmise juures.

Joonis 13. Suurim risk liikluses viga saada on noortel sõidukijuhtidel.

Loodetavasti on kõik näinud ja kogunud seda, et saada sõiduk paigalt, vajutab juht küllalt tugevalt gaasipedaalile. Igapäevane kogemus kinnitab, et mida enam gaasi anda, seda suurem jõud sõidukile mõjub ning seda suurem on ka kiirendus. See ongi Newtoni teine seadus, mille kohaselt sõidukid liiguvad. Suvel võib säärast sõidustiili ehk abigi olla, kui just sõidukist kahju ei ole. Aga talvel? Kerkib küsimus: kas suvel kehtivad ühed ja talvel teised loodusseadused? Vastus on ei. Uurime, mis on kiirendus ja kuidas see liikluses kasulik võiks olla.

TÖÖLEHT 4. ANNA STARTIMISEL GAASL. KIIRENDUSE MÕISTE

Mootorsõidukit iseloomustatakse kuni kümne tehnilise ja mugavusparameetriga, nagu üldine mootori kirjeldus, ülekandetüübid, pidurisüsteemi kirjeldus, liikumist iseloomustavad parameetrid, mass, istekohtade arv, uste arv, nn lisavigurite olemasolu jpm. Psühholoogid on uurinud ja kindlaks teinud, et kui naist huvitab autot ostes üldjuhul sõidumugavus ning auto värv, siis mehi köidavad kiirus ja võimsus. On neidki, kes arvavad, et punased autod on kiiremad kui muud värvi autod. Selge see, et auto värv ei muuda meie liiklust ei ohtlikumaks ega ohutumaks, peamiseks teguriks selles vallas on ja jääb kiirus.

Vasta järgmistele küsimustele kirjalikult ning koosta etteantud tabeli 1 põhjal graafikud teepikkuse sõltuvuse kohta ajast ja kiiruse sõltuvuse kohta ajast.

Tabel 1. Keha poolt läbitud teepikkuse ja aja sõltuvus

Aeg t (s)	0	2	4	6	8	10	12
Teepikkus s (m)	0	10	20	30	40	50	60

Tuleta meelde!

- Kuidas liigub keha, kui ta läbib võrdsetes ajavahemikes võrdsed teepikkused.
- Kuidas muutub sellise liikumise korral kiirus.

Käikudega jalgrattaga alustame sõitu nii, et pedaalidega hammasrattaks valime väikseima ja tagumise ratta hammasratastest suurima, st sõitu alustame ikka madalama käiguga. Mootorsõidukiga alustatakse sõitu samuti esimese käiguga. Miks? Selle pärast, et mõlemad (esimesel juhul jalgrattur ja teisel juhul mootor) rakendavad suurimat jõudu, et paigalt liikuma saada. Kui juba liigutakse, võib käike muuta ülespoole, sest siis ei ole vaja enam sõiduvahendi liigutamiseks nii suurt jõudu rakendada. On selge, et elus on väga raske tagada sõiduki ühtlast liikumist alates paigalseisust kuni soovitud kiiruse väärtuseni. Samuti ei ole võimalik väga pika teelõigu korral rääkida ühtlasest ja sirgjoonelisest liikumisest. Näiteks Tartust Pärnusse sõites ei ole tee ka kõige parema tahtmise juures kogu pikkuses sirglõik (vaata kaarti, kui ei usu). Teel on laugjamaid või järsemaid kurve ning käänakuid, aeg-ajalt tõuseb tee mäkke ja siis läheb jälle künkast all. Iga selline maastiku muutus kutsub esile liikumise iseloomu muutuse: kiirus kas

aeglustub või kasvab, see tähendab, et me peame kas rohkem või vähem väntama või vahetama käiku, et muuta rakendatavat jõudu. Muutes aga mootorsõiduki käiku, muudame mootorit iseloomustavat suurust ehk mootori pöörete arvu, mille tagajärjel muutub ka sõiduki liikumise kiirus. Seega on igapäevaelus alati tegemist kiireneva või aeglustuva liikumisega ehk muutuva kiirusega liikumisega.

Seda, kui kiirus võrdsete ajavahemike jooksul muutub võrdsete ühikute võrra, nimetatakse kiirenduseks. Kiirendus on aga üks neist füüsikalistest suurustest ja tehnilistest parameetritest, mis iseloomustab mootorsõidukit. Siin tähendab see seda, et võimsam on see, mis lühima ajavahemiku jooksul on võimeline arendama kiirust nullist kuni 100 km/h.

Kiirendus iseloomustab kiiruse muutust ajahühikus. Kiirenduse tähistamiseks kasutatakse kokkuleppeliselt tähte a (ingl *acceleration*) ja tema ühik on m/s^2 (loe: meetrit-sekundi ruudus).

Kiirendust on võimalik arvutada seose abil:
$$a = \frac{v_{lõpp} - v_{alg}}{t} \quad (1),$$

kus a on kiirendus (m/s^2), t on aeg (s), $v_{lõpp}$ on kiiruse lõpp-väärtus (m/s) ja v_{alg} on kiiruse väärtus vaatluse alguses (m/s).

Lahenda ülesanne

Arvuta mõlema auto kiirendus, kasutades valemit (1), kanna tulemused tabelisse 2 ning formuleeri järeldus. NB! Ära unusta teisendada ühikuid!

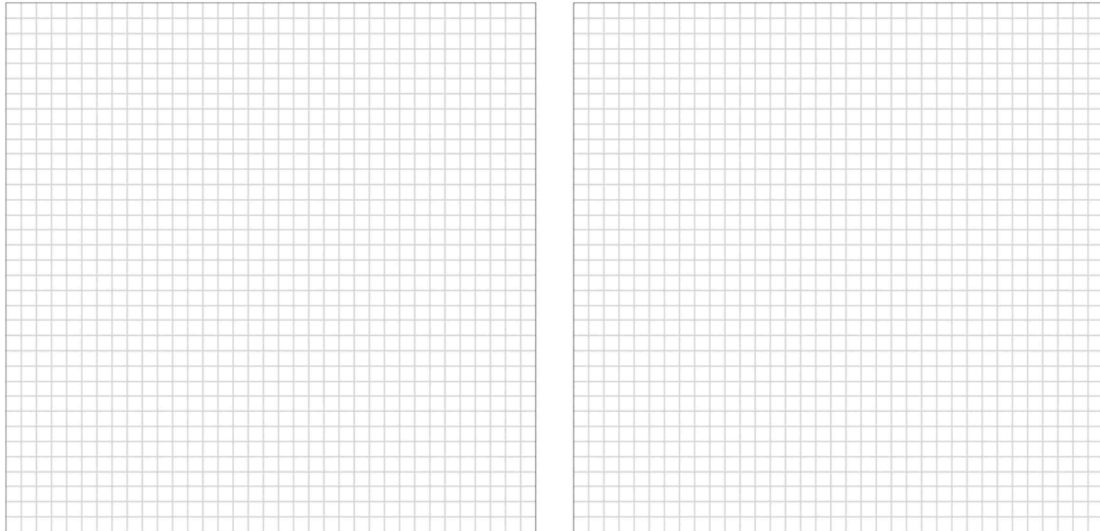
Tabel 2. Kiirenduse arvutamine kiiruse muutuse ja aja kaudu

AUTO MARK	Kiiruse muutuseks 0 km/h – 100 km/h kulunud aeg (s)	KIIRENDUS (m/s^2)
AUDI S4	5,4	
HYUNDAI Grandeur	7,8	

Järeldus: HYUNDAI kiirendus on Audi kiirendusest umbes korda suurem/väiksem. AUDI S4 kiirus muutub iga sekundiga kiiremaks. HYUNDAI Grandeur kiirus kasvab iga sekundiga kiirusühiku võrra.

Lahenda ülesanne

Täida tabel 3 ning koosta selle põhjal aeg-kiirus-graafikud, mis iseloomustavad mõlema auto kiiruse muutust esimese 4 sekundi jooksul. Vali graafikul mõistlik jaotise väärtus, märgi ühikud ja arvud ning ära unusta tähistada telgesid.



Tabel 3. Autode kiiruse muutused 0-4 sekundini

Aeg t (s)	0	1	2	3	4
AUTO MARK					
AUDI S4					
HYUNDAI Grandeur					

Küsimus

- Mis sa arvad, kui palju aega kulub mõlema auto täielikuks peatamiseks, kui nad liiguvad linnas kiirusega 50 km/h? Vajaduse korral tee tehted arvudega siin.

TÖÖLEHT 5. ANNA STARTIMISEL GAASI. KIIRENDUSE KATSELINE

UURIMINE

Tuleta meelde!

- Tuleta füüsikakursusest meelde, mida iseloomustab kiirendus ja kuidas on võimalik seda arvutada.
- Tuleta matemaatikakursusest meelde, millise funktsiooni graafik on alati sirge ja millise graafik on parabool.

Töö eesmärk

1. Määra eksperimendi käigus kindlaks, millise liiklusvahendi (mopeed, jalgratas, auto või hoopis rong) kiirendus on suurim.
2. Analüüsi kiiruse muutust (kiirendust) erinevatel sõiduvahenditel eksperimendi käigus kogutud andmete põhjal koostatud teepikkus-aeg ja kiirus-aeg graafikute abil.

Töövahendid: stopperid aja mõõtmiseks, mõõtelint, mille pikkus on vähemalt 30 m, võib olla ka mõõtehark või muu vahend, kriit, jalgratas, mopeed, auto ja rong või tramm võrdluseks.

Töö käik

1. Et kiirenduse definitsioonivalemi $a = \frac{V_{lõpp} - V_{alg}}{t}$ (1)

kehtivust võimalikult täpselt kontrollida, tuleb täpselt mõõta aega, mis kulub sõidukil, et arendada kiirust 0 km/h-st kuni 100 km/h-ni. Tekib küsimus, kas jalgrattal, mopeedil või katses kasutataval mootorrattal on sellist kiirust üldse võimalik ja lubatud saavutada. Ainult suvel on lubatud teatud teelõikudel Eestis liigelda piirkiirusega 100 km/h või siis 110 kilomeetrit tunnis. Linna liikluses, liiatigi veel koolimaja õues, selline kiirus loomulikult lubatud ei ole.

2. Lepi kaaslastega kokku üks kindel ajavahemik, mille vältel asutakse uurima kiiruse väärtuse muutumist.
3. Mõõtke hoovis välja kindel teepikkus, mida kõik katses kasutatavad sõidukid peavad läbima. Selleks võib olla 5, 10, 15, 20 või ka 25 meetrit.
4. Mõõtke mõõtelindi abil välja teepikkus ja tehke kriidiga jooned 0, 2,5, 5, 10, 15, 20 ja 25 meetrile.
5. Paiguta kaasõpilased nüüd nendele positsioonidele nii, et kui sõiduvahend neist möödub, saaksid nad võimalikult täpselt fikseerida aega.

6. Koosta tabel ning kanna mõõtmistulemused, teepikkused ja ajad tabelisse. Leia keskmised väärtused.

Et eksperiment oleks võimalikult korrektne, on soovitatav silmas pidada järgmist:

1. Kõik katses osalejad peavad võimalikult samal ajal käivitama oma stopperid ning alles siis järjest aja kinni vajutama, kui sõiduk neist möödub. Kokkuleppeliselt on mõistlik kasutada selleks hetke, mil sõiduvahendi esimene ots on vaatlajaga kohakuti. Mõõtmistulemused tuleb kohe tabelisse kanda.
2. Et auto ja mopeediga suurimate kiirendusteni jõuda, tuleb mõlemal juhul startida paigalseisust täie gaasiga (st anda kohapeal gaasi ja siis I käik sisse). NB! Jälgi turvalise liikluse ohutusnõudeid!
3. Sõitjal tuleb meeles pidada, et terve teepikkuse läbimise jooksul sõiduki käiku muuta ei tohi, sest iga käiguvahetus aeglustab lühiajaliselt liikumist.
4. Alustage eksperimenti esmalt jalgrattaga. Seejärel kasutage võimaluse korral teisi sõidukeid. Iga starti tuleks vähemalt üks kord korrata, et vähendada mõõtmisviga. Soovitatav on iga sõiduvahendiga teha vähemalt 5 mõõtmist.

Andmete analüüs

1. Kasutades kiiruse arvutamiseks seost $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$, kiirenduse definitsiooni

ja valemit (1), arvutage iga katse korral iga sõiduki kiirus ja kiirendus. Tulemused kandke tabelisse. Arvutage iga sõiduki keskmine kiirendus, kasutades aritmeetilise keskmise leidmise meetodit matemaatikast.

2. Formuleerige järeldus, milline liiklusvahend kiirendab kõige enam ning millise kiirendus on kõige väiksem?
3. Koostage teepikkus-aeg graafikud iga sõiduki jaoks, lähtudes keskmistest väärtustest. Graafikut koostades jälgige, et teepikkus oleks esitatud ajafunktsioonina (teepikkus sõltub ajast!).
4. Kuidas seletada tekkinud kumerust graafikutel?
5. Millised erinevused ilmnevad graafikutelt ning millised lõigud võiksid kirjeldada sõidukite ühtlast sirgjoonelist liikumist?
6. Kandke tulemused tabelisse ning joonistage seejärel kiirus-aeg graafikud kõigi sõiduvahendite kohta. (NB! Kiirus peab olema aja funktsioon - kiirus sõltub ajast!)
7. Võrrelge teepikkus-aeg graafikuid kiiruse-aeg graafikutega. Mis erinevusi märkate?

8. Mis sõiduvahendi korral kasvab kiirus igas sekundis kõige rohkem? NB! Seda kiiruse kasvamist igas sekundis nimetati füüsikas kiirenduseks.

Küsimused

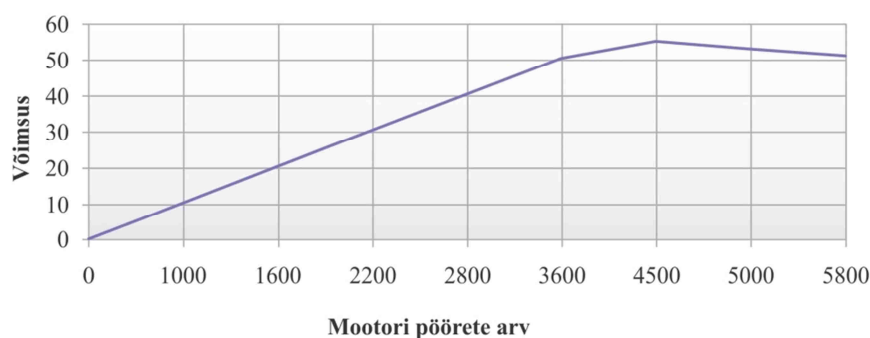
- Kui kiiresti kiirendavad teoreetiliselt katses olnud sõidukid 0 km/h kuni 100 km/h?
- Millise liikumise liigiga on tegemist vormeli F1 korral startides?
- Uuri internetist mõne teise liiklusvahendi (tramm, rong, troll) kiirendust ja arvuta, kui pika aja jooksul jõuab auto rongist ette, kui ta kiirendaks 0 km/h kuni 100 km/h?
- Ükski korralik liikleja (auto või mootorrattur) ei stardi iialgi täisgaasiga ja üürgava mootoriga, nii et asfalt autorataste all kokku rullitakse. Miks ja kuidas siis ikkagi muutuvad kiirenduse väärtused? (Vihje: mootori võimsus ja pöörete arv)

RULLNOKKADE SÕIDUSTIIL (II OSA)

Rahvatarkus ütleb, et lootus sureb viimasena. Seega jääb vaid loota, et ka *rullnokkade* nokk kunagi rullist lahti kerib ning nad hakkavad tublideks pereisadeks ja teisi liikluses arvestavateks kaaskodanikeks. Kui nad oma üleoleva käitumise ja ülbe sõidustiiliga just oma liiki välja ei sureta, nii et nad tuleks nagu habekakud punasesse raamatusse kanda. Paraku on ka pikema staažiga soliidsete sõitjate seas palju neid, kes suvel kuival asfaldil oskavad gaasipedaali hästi kasutada, aga talvel, kui tee on lumine või jääne, jäävad sellega hätta ning omandavad *rullnokkade* sõidustiili. Tagajärg on, et auto rattad "freesivad" jääd, aga auto paigalt ei liigu. Mootori tekitatav müra on aga võrreldav helikopteri või lennuki omaga ning saastab mürareostusena meie elukeskkonda. Kui lennukimüra oleme sunnitud kuulama harva, siis värske lumega vaikkeid idüllilisi talvehommikuid reostavad just needsamad oskamatud autojuhid.

Et autot paigalt nihutada, on vaja rakendada jõudu. See tähendab, et auto mootor töötab teatud pööretega ning mootorist kantakse jõud üle ratastele (joonis 14). Auto paigalt nihutamiseks on vaja pisut suuremat jõudu kui seda autoga mingi kiirusega sõitmisel. Siit see viga alguse saabki: juht aina vajutab gaasipedaalile, et suurendada jõudu, et auto libedal teel liikuma hakkaks. Aga ei hakka! Suvel hakkab, aga talvel libedaga mitte! Miks?

55 kW mootori võimsusdiagramm



Joonis 14. 55 kW mootoriga auto mootori võimsuse ja mootori pöörete arvu vahelist seost kirjeldav diagramm.

Kui panna talvel libedal teel kõrvuti startima kaks täiesti samasuguste parameetritega (mass, mootori võimsus, väliskuju, rehvid jmt) autot, et kumb saaks enne minema ning jõuaks lühima ajaga kaugemale, siis enne saab (kuigi aeglaselt) minema see, kes stardib madalate pööretega, ehk vähem gaasipedaalile suruv autojuht. Selle auto vedav rattapaar ei vilista ega kaabi teekatet, vaid tõepoolest veab. Teine, kes gaasipedaali kohe põhja vajutab ja püüab mootorist kätte saada viimast, pannes selle tööle maksimaalsete pööretega, nii et mootor undab ja rattad käivad nii

kiiresti ringi, nagu tahaks ka asfaldi rataste all rulli kerida, ei liigu paigast. Teisisõnu, mida kiiremini ratas kohapeal pöörleb, seda väiksem on autot liikuma panev jõud.

Järelikult on oluline, et liikumist tuleb alustada mootori aeglase pööretega ja nii, et vedav rattapaar ei kaabiks ega pöörleks koha peal. Madalate pööretega alustamine viib oodatud tulemuseni: sõiduk hakkab liikuma. Ka bussijuhid, kes peatusest minema saades stardivad sageli just kiirete pööretega, halvendavad liiklusolusid. Nimelt hakkab ratta kiirel pöörlemisel lumi ja jää hõõrdumise tõttu soojenedes sulama, mistõttu rehvi ja teekate haakuvad väga vähe - vesi ja vedelikud ju vähendavad hõõrdumist. Selle tagajärg on järjest libedam tee.

Füüsika seisukohalt ei ole meil võimalik valikuid teha. Ainus väline jõud, mille tõttu auto liigub ja oma liikumist suunab, on hõõrdejõud. Kui juhil õnnestub seda rakendada sobivalt, siis on ta varustatud võimsa vahendiga. "Seadusi ei maksaks süüdistada, neid tasuks hoopiski paremini tunda, et neid targasti oma huvides kasutada," on öelnud endine füüsikaõpetaja Peeter Raidna. Newtoni I seadus ütleb, et kõik kehad seisavad paigal või liiguvad ühtlaselt ja sirgjooneliselt nii kaua, kui kaua neile ei mõju teised kehad või kui nende teiste kehade mõjud on tasakaalustatud. Järelikult selleks, et keha liikuma panna, on vaja rakendada jõudu. Et jalgpall väljakul liikuma panna, on vaja seda jalaga lüüa. Et autot liikuma panna, on vaja käivitada mootor, lülitada sisse esimene käik ning seejärel vajutada gaasipedaali. Mootor teeb tööd, millest osa läheb hõõrdumise ületamiseks.

Hõõrdumine võib olla nii hea kui ka halb. Jalakäijana tahame talvel, et iga libedaimgi teelõik oleks liivatatud. Liuväljal kirume aga neid, kes soola-liivaseguste jalanõudega jääle tulevad. Eksperimenti puitklotsiga puitalusel või liivapaberil on kõik teinud ning seega teavad, kuidas dünamomeetri ja klotsiga määrata kindlaks klotsi ja pinna vaheline hõõrdetegur. Hõõrdetegur on suhtarv, mis iseloomustab hõõrduvaid pindasid. Mida suurem on hõõrdeteguri väärtus, seda enam pinnad teineteise külge haakuvad. Hõõrdejõud võib esineda olenevalt olukorrast kolmel viisil: seisuhõõre, veerehõõre, liugehõõre. Seisuhõõrdega on võimalik kehad seisma panna; kui seisuhõõrdejõud keha ja pinna vahel puuduks, siis liiguksid kõik kehad lakkamatult. Veerehõõre esineb alati seal, kus mõlemad teineteisega kokkupuutuvad kehad teineteise suhtes veerevad (pall veereb võimla põrandal või kuullaagri kuulid veerevad teineteise suhtes laagri sees). Liikluses võib veerehõõret kohata näiteks pindamata teel, kus kõval tolmukattega teel on lahtine kruus või ka värskelt pinnatud asfalt. Auto ratas pöörleb liikudes ning paneb kruusast-killustikust üle sõites kivikesed enda all veerema. Teatavasti puutuvad veeremisel pinnad omavahel vähe kokku, mistõttu hõõrdejõud väheneb. Ootamatu teepinna katte muutus teatud kiirusega liikudes ning

oskamatus autot valitseda võib viia kurbade tagajärgedeni. Sellisel teel muutub ohtlikuks iga äkilisem liigutus rooliga - külglibisemisse sattumise oht suureneb. Nii jalakäijal kui ka sõidukijuhil tuleb meeles pidada, et pikeneb pidurdusteed, sest mõlemad veerevad - rattad ja kivid rataste all. Näide: velotrenažöör - jalgrattur väntab ratast, mis on liikuval lindil. Vaatamata sellele, et jalgratta ratas liigub väga kiiresti ning hõõrdejõud ratta ja lindi vahel on suur, seisab ometi ratas paigal, kuna selle kompenseerib lindi liikumine vastupidises suunas. Et juhid oskaksid kasutada liugehõõret, on tänapäeva liiklusohutuses tehtud palju tööd.

Talispordi harrastajad soovivad liugehõõret kõige erinevamate vahenditega suurendada: määratakse suuski, teritatakse uiske. Liikluses õpetatakse aga sõidukijuhte libedaga toime tulema selleks ettenähtud radadel. Väär on arvamus, et libedus on ohtlik ainult talvel. Tegelikult tekib libedust ja sõiduk libiseb ka suvel. Mõlemal juhul on oluliseks märksõnaks vesi. Sügisel ja talvel, kui temperatuur langeb, võib asfaldile tekkida nn must jää. Samas jäätub ka lumi, mille on autod kinni sõitnud. Eriti kiiresti juhtub see linnas ristmikel, kus autoratta kiirel pöörlemisel tõuseb hõõrdumise tõttu ratta temperatuur, mis hakkab lund sulatama, ning kui auto on lahkunud, jäätub tekkinud vesi.

Suvel ootamatult maha sadanud vihm, mis pole jõudnud teelt voolata, tekitab sinna suuri loikusid, võib olla niisama ohtlik kui must jää. Kui sõidukijuht suurel kiirusel sellisesse loiku sisse sõidab, võib ta avastada, et väikseimigi rooli liigutamine võib panna auto teel pöörlema või hoopis teelt välja sõitma.

Koolifüüsika kursusest on teada, et määrades õli või teiste vedelikega on võimalik hõõrdumist vähendada. Kui auto rehvi ei vasta nõuetele või kui juht ei arvesta oma sõiduuskust, võib juhtuda, et loiku sisse sõites muutub rehvi ja teekatte vaheline hõõrdumine vee tõttu väga väikeseks. Tavaliselt on rehvid niisuguse mustriga, et vesi surutakse mustrisoonidesse ja sealt välja. Seega peab rehvi ning teekatte vahele jääma minimaalne kogus vett; parem oleks muidugi, kui üldse ei jääks. Juht ei tea alati, kui sügav loik on, ja nii võib juhtuda, et tekibki nn vesiliug ning auto hakkab liikuma nagu Peipsi järvel õhkpadjal liikuv piirivalve ja päästeameti kaater. Hõõrdumist vähendabki ratta ja teepinna vahele jääva veekihi. Väikesel kiirusel surub ratas vee enda alt välja, kuid suuremal kiirusel liuglebki auto justkui veel. Nagu lutsukivi, mis ei vaju enne vette kui tema kiirus on muutunud väga väikeseks või veesusataja, kes liugleb veel, kuid seisma jäädes vajub põhja.

TÖÖLEHT 6. HÕÖRDUMINE JA HÕÖRDEJÕUD

Pereisa, kes pereliikmeid metsa seenele sõidutas, jäi teel olnud mudalompi autoga kinni. Et sellest pääseda, käskis isa kõigil autosolijail autosse jääda, kuigi vanaema protesteeris ja pakkus end appi autot porist välja lükkama. Isa hakkas mootori ja käikudega autot ettevaatlikult mudas edasi-tagasi jõnksutama. See aitas ainult väheke. Siis läks isa välja, tegi auto ümber tiiru ja teatas: "Oksi on vaja tuua ning need rataste alla panna." Seened selleks korraks unustatud, lippasid ema ja vanaema metsa alt sobilikku oksarisu korjama. Isa toppis oksad rataste alla, istus ise uuesti autosse, jõnksutas jälle autot ja pääseski mudast. Käsitades nüüd ema ja vanaema autosse, jätkas ta sõitu seenele.

Arutle klassikaaslastega

- Miks oli oksarisust kasu?
- Kuidas käituksid sina sellises olukorras autojuhina?
- Milline oleks mõistlik sõidustiil ja käitumine, kui oled lumevalli või liiva kinni jäänud?

Tuleta meelde!

- Tuleta varem õpitust meelde, millised on põhilised jõuliigid looduses, mis meie liikumist mõjutavad?
- Mida nimetatakse dünamomeetriks?
- Mille poolest erinevad vedrukaal ja dünamomeeter?
- Kuidas on võimalik dünamomeetriga mõõte kehale mõjuvat raskusjõudu?
- Mida on vaja teha selleks, et hõõrdumist suurendada?
- Mida saaks teha hõõrdumise vähendamiseks?

Töö eesmärk

1. Määra kindlaks hõõrdejõud suuskade ja lume vahel erinevate määrete korral ja/või uiskude ja jää korral.
2. Määra kindlaks veerehõõrdejõud rulluisude ja/või rula korral.

Töövahendid: dünamomeeter, mille mõõtepiirkond on 50-150 N, olenevalt eksperimendi eesmärgist: uisud, liuväli, suusad, määrded, lumi, rula või rulluisud, klaaskuulid, tükk vineeri, mõõtelint.

Töö käik

1. Vali sobiv suusamääre. Määri suusad.
2. Katseisik peab end kogu varustusega kaaluma. Andmed kandke protokollile. Selleks koostage mõõtmistulemuste fikseerimiseks tabel.
3. Mõõtku lumel ja tähistage puupulkadega teepikkus 0-3 (5) m.
4. Katseisik paneb suusad alla. Keha keskpunktist (vöökohalt) kinnitage katseisiku külge dünamomeeter nagu näidatud joonisel 15.
5. Üks eksperimentaator alustab suuskadel (uiskudel vm) isiku vedamist.
NB! Jälgige, et vedada tuleb võimalikult paralleelselt maapinnaga.



Joonis 15. Suusataja ja dünamomeeter

6. Fikseerige dünamomeetrit hetkel, kui katseisik hakkab liikuma. Tulemused kandke tabelisse.
 7. Korrake üht seeriat vähemalt viis korda ning arvutage aritmeetiline keskmine.
 8. Vahetage määret ja korrake katset.
- A.** Kui sooritate katse jää ja uiskudega, siis saab erinevaid hõõrdetegureid uurida järgmiste võtetega: jää ja uisk; jää, millele on valatud vett; jää, mille pinnale on raputatud soola (puutuhka, liiva).
- B.** Kui jää ja terase hõõrdetegur on esimesest katsest leitud, siis võib katsetada erinevate massidega uisutajatega.
- C.** Kui katse tehakse siseruumides rula või rulluisudega (rullsuusad), siis võib veerehõõrdetegurit uurides kasutada samuti erinevaid pinnakattematerjale (liivapaber, kumm, vaipkate). Kuna rulluisu rattaid toodetakse erinevatest kummisegudest, siis võib teha uurimistöö, pöörates tähelepanu pinna temperatuurile, sest ka autode rehvid valmistatakse erinevatest kummisegudest, et nad teatud välistemperatuuri korral oma otstarvet õigesti täidaksid.

Andmete analüüs

Teades raskusjõu väärtust, millega keha mõjutab maapinda, ning dünamomeetri näitu, arvutage hõõrdejõud.

Kuna hõõrdetegur μ iseloomustab hõõrdejõu ja toereaktsiooni suhet, siis kasutage seost

$\mu = \frac{F_h}{N}$, kus F_h on hõõrdejõud (N) ja N on toereaktsioon (N). Toereaktsioon avaldub seosest

$N = m \cdot g$, kus m on keha mass (kg) ja g vaba langemise kiirendus (m/s²). Toereaktsioon on arvuliselt võrdne kehale mõjuva raskusjõuga

Sõnastage järeldused

- Millise määride korral oli hõõrdetegur katse tingimuste korral minimaalne ja millise korral maksimaalne? Et libisemist parandada, siis milline määre on konkreetsete ilmastikuolude korral kõige sobivam?
- Kas suusamääret valides on vaja teada õhutemperatuuri või lumekatte temperatuuri? Põhjenda vastust!

Vaata ka Teadusteatri KVARK poolt loodud põnevat katset „Hõõrdejõud“ õppevideona siit: <https://www.youtube.com/watch?v=20Du52CTYbU>

TALI VÄLJAS, TORE JÄÄ, UISUTADA ÜLIHÄÄ!

Miks kaotab auto juhitavuse libedal teel? Miks leiab autojuht end lumelögase maantee asemel ootamatult kauni lumega kaetud võsast? Liiklusõnnetuste statistika toob esile mitu põhjust: liivatamata tee, auto ei olnud tehniliselt korras, juht ei tulnud auto valitsemisega toime jms. „Talvel libedaga võib auto kurvis kergesti juhitavuse kaotada. Ning kui nii peaks juhtuma, tuleb päästa, mis veel päästa annab. Kurvis gaasipedaali tallata on mõttetu, sest vedavad rattad libedal nagunii ei vea, vaid kipuvad puksima. Rehvide pidamine kaob ning esiveoline auto läheb (olenemata rooli pööramisest) kurvis otse. Tagaveoline auto aga vastupidi, pöörab külje ette, halvemal juhul teeb pirueti ning sõit lõpeb sisekurvi kraavis.“ Nii selgitab Johannes Pirita, kuidas auto libedaga käitub. Millal saab autojuht aru, et tee on libe? Johanne Pirita kirjutab: „Kogenud juhti informeerib auto rool: kui rool muutub tuimemaks, st auto ei reageeri rooli pööramisele, ongi tee libe. Istmik, muide, annab juhile infot auto tagarataste pidamisest.“ Tema peamine soovitus on vähendada kiirus vastavaks teeoludele: „Mõistlik juht on libedal teel loid ja ettevaatlik!“

Nagu eespool öeldud, ei ole õnnetuse põhjus alati ainult juhis ja tema juhtimisoskustes. Paraku kipuvad lapsed otsima esimese lume tulekul kohe võimalusi kelgutada ja liugu lasta. Nad ei oska liikluses arvestada seda, et libeduse korral pikeneb sõiduki pidurdusteed mitu korda. Põhi- ja tugimaanteedel kohtade kehtivad talvistel hooldustöödel kindlad reeglid. Kahjuks ei ole võimalik lumekogust kuidagi tellida ei kuupäevaliselt ega ka kogustes. Nii juhtub ikka ja jälle, et lumesahad ja liivatajad ei jõua korraga kõiki teid lumest puhastada. Kuigi Politsei- ja Piirivalveamet ning Maanteeamet paluvad sellistes rasketes talveoludes inimestel kasutada koju, tööle ja kooli sõiduks ühissõidukeid, leidub küllaldaselt neid, kes õnnetusse sattununa näitavad näpuga teehooldaja poole. Ja mis seal salata - vahel on neil juhtidel õiguski.

Nagu elus paljude asjadega, nii on see ka libedusega: see, mis ühele on meelepärane, ei meeldi teisele.



Joonis 16. Talvel libedaga võib auto kurvis kergelt juhitavuse kaotada.

TÖÖLEHT 7. SOOVITUD JA SOOVIMATU HÕÕRDUMINE

Vasta küsimustele!

- Mis on hõõrdumine? Kuidas ta mõjutab liikumist?
- Nimeta kolm hõõrdumise liiki ja selgita neid!
- Täida tabel.
- Oleta, miks võib hõõrdumine soovitud või soovimatu olla.
- Koosta plakat teemal „Hõõrdumine“.

Olukorra kirjeldus	Mille vahel esineb hõõrdumine?	Hõõrdumise liik Soovitud (+) Soovimatu (-)	Vahendid ja võimalused hõõrdumise suurendamiseks või vähendamiseks
Kiiruisutaja libiseb ja kukub jääle	Uisutera ja jää	Liugehõõre (-)	Uiske teritada, soojendada
Hambaproteesid tulevad suulaest lahti	Suulagi ja hamba- protees	Seisuhõõre (+)	Kasutada hõõrdumist soodustavat liimi või pulbrit
Auto sõidab lumel mäest üles			
Jalgratta dünamo pöörleb vastu jalgratta kummi			
Inimene jookseb järvejääl			
Jalgrattapedaal libiseb pöörlemisel			
Mopeed peab pidurdama			
Jalgpallur jookseb märjal murul			
Uks käib halvasti kinni ja lahti			
Käsi hõõrutakse külma ilmaga vastamisi			

KAS SÕITA VÕI LENNATA? LIIKUMISEST KURVIDES

Viimase kümne aasta jooksul on kogu maailmas lennuõnnetuste arv märkimisväärselt vähenenud. Kuigi viimase aasta jooksul on juhtunud mitu õnnetust, ei riku see oluliselt üleüldist langustrendi õnnetuste sageduses. Kuigi lennuõnnetuses hukkumine võib tunduda koleda lõpuna, on autoga sõitmine statistiliselt palju ohtlikum. Näiteks suri USAs 2007. aastal lennuõnnetustes 44 inimest, autoõnnetustest aga koguni 44 000 inimest. Liiklusõnnetustest on tunduvalt sagedasemad surma põhjustajad hoopis erinevad haigused ja kasvajakud. Kui tõenäosus surra südamehaigusesse on elu jooksul üks viiele, siis tõenäosus surra autoõnnetuses on vaid üks sajale. [13]

Vaatamata pingutustele muuta liiklust ohutumaks juhtuvad ikka ja jälle teelt väljasõidud, otsasõidud, autode kokkupõrked. Kahjuks hukuvad neis ka tihti inimesed. Alati, kui mõni raskete tagajärgedega õnnetus on toimunud, jääb õhku küsimus: miks nii juhtus? Põhjusi selgitab tavaliselt politsei. Kahjuks on levinuim põhjus liiga suur kiirus ja/või joobes juht, kuid harvad ei ole needki juhtumid, kus õnnetuse põhjus on oskamatus või kogenematus autot valitseda. Kui enamik kokkupõrkeid juhtub meilegi ootamatult just sirgetel teelõikudel möödasõidul või ühe autojuhi rooli taga tukkuma jäämise tagajärjel, siis on kurvides peamine põhjus nn sisekurvist lõikamine või liiga suur kiirus kurvi sisenedes. Viimase tagajärjeks on tavaliselt väljasõit kurvist.

Suurtel kiirustel kurvides sõitmine nõuab autojuhilt häid teadmisi ja oskusi. Jälgides ringrajasõitu, imestame ikka ja jälle, kuidas võidusõitjad ülisuurtel kiirustel kurvides üksteisest mööda üritavad kihutada. Kahjuks üritab nii mõnigi uljaspea, võrtsitades oma kasinaid oskusi liiklusreeglite rikkumisega, matkida linnatänavatel või külavaheteedel elukutselisi ringrajasõitjaid. Need paigad ei sobi sellisteks kiirusteks ega sõiduvõteteks! Tihti lõpevad niisugused kangelasteod kurvalt: kraavis ja haiglas või mis veelgi hullem - kalmistul. Enamik neist kihutajaist ei taha mõista, et sellise raske gaasijalaga sõidu harrastamiseks tuleb enne palju treenida ja ka füüsilikast õppida. Loomulikult tohib säärast sõidustiili või oma võimeid proovile panna ainult selleks ettenähtud kohtades ja ajal.

TÖÖLEHT 8. KURVILISEL TEEL

Tuleta meelde!

- Nimeta sirgjoonelise ja kõverjoonelise liikumise erinevusi.
- Millised suurused iseloomustavad ringjoonelist liikumist?
- Kuhupoole tuleb ennast jalgrattaga sõites kallutada, kui tee pöörab paremale?
- Kuidas on suunatud ringliikumisel kiirus? Too näiteid, kuidas oleks seda võimalik illustreerida.
- Millist geomeetrilist kujundit nimetatakse ringjooneks ja mida nimetatakse ringjoone puutujaks?

Töö eesmärk

1. Kõverjoonelise liikumisega seotud mõistete kinnistamine: kiirus ja kiirendus kõverjoonelisel liikumisel; kesktõmbe- ja kesktõukejõud.
2. Analüütiliselt selgitada välja, kas väliskurvis sõites on võimalik sisekurvis sõitjast mööduda, kui mõlemal rajal sõitvate sõidukite rataste ja teega haakuvus täielikult ära kasutatakse ning kõik muud parameetrid on võrdsed.

Teooria

Newtoni esimese seaduse järgi jääb kehade liikumise kiirus ja suund konstantseks, kui sellele ei mõju välised jõud. Kõverjoonelisel (ringjoonelisel) liikumisel on teistsugune olukord, sel korral peavad kehale mõjuma jõud, mis mõjuvad pöörlemise telje sihis ning mis muudavad kehade liikumise suunda. Kurv ei ole midagi muud kui jupp ringjoonest ehk mingi raadiusega ringjoone kaar. Lühemalt - kõverjooneline liikumine on liikumine mööda ringjoone kaari.

Kuna kehal on mass, siis mõjub kehale kurvis liikumisel ka raskusjõud nagu iga teisegi liikumiselgi korral. Teine jõud, mis keha liikumisele olulist mõju avaldab, on keha ja teekatte vaheline hõõrdejõud. Kõverjoonelisel liikumisel on aga erinevalt sirgjoonelisest veel üks jõudude paar: kesktõukejõud ja kesktõmbejõud.

Oletame, et istud karusselliplaadil, mida on võimalik pöörlema panna. Kui sõber sellise plaadi pöörlema paneb, võib juhtuda, et sa lendad karussellilt maha. Kui seal on koht, kust kinni hoida, siis mida kiiremini plaat pöörleb, seda rohkem pead jõudu rakendama, et ennast plaadil hoida. Kui sa ennast kinni hoida ei jõua, juhtub sinuga sama nagu veetilgaga, mis ujumast tulnud koera seljast kauges kaares maha prantsatab, kui koer end ninast sabani läbi raputab. Raputades paneb

koer oma uhke kasuka kiirelt edasi-tagasi võnkuma, nii et karva otsakesed liiguvad sellel trajektoorigil mööda ringjoone kaart. Kuna karv on naha küljes tugevalt kinni, aga veetilga ja karva vaheline hõõrdumine on väga väike, siis ongi võimalik koeral end sel viisil kuivaks raputada. Seega mõjub veetilgale kesktõukejõud.

Tsentrifugaaljõud ehk kesktõukejõud avaldub keha kõverjoonelisel liikumisel ja mõjub liikumissuunaga risti, st ta on ringjoone raadiuse sihiline. Kesktõukejõudu on võimalik rehkendada kasutades valemit:

$$f = \frac{mv^2}{r}$$

kus m on keha mass (kg), v on keha liikumise kiirus ringjoonel (m/s), r on kurvi (ringjoone) kõverusraadius (m) ja F on tsentrifugaaljõud (N). Keha liikumisel

kurvis mõjub aga kehale veel peale kesktõukejõudu, mis tahab keha kurvist välja visata, kesktõmbejõud. See jõud on suunatud pöörlemistelje suunas ehk kurvi keskpunkti poolt.

Kesktõmbejõud annab kehale kesktõmbekiirenduse,

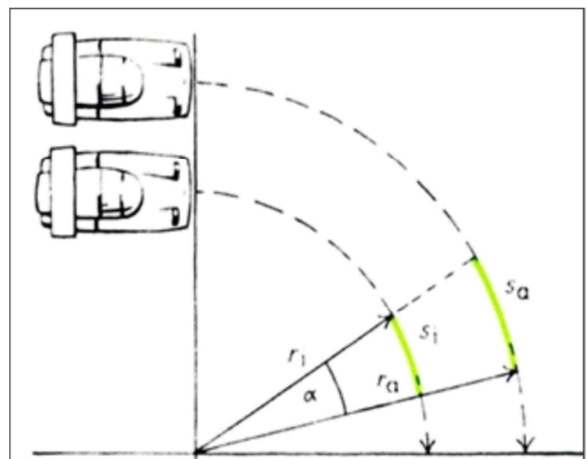
$$a_k = \frac{v^2}{r}$$

kus a_k on kesktõmbekiirendus (m/s²), r on kurvi (ringjoone) raadius (m) ja v on keha liikumise kiirus ringjoonel (m/s). Kesktõmbekiirendust nimetatakse ka normaalkiirenduseks.

Kesktõmbejõud ja kesktõukejõud tasakaalustavad teineteist.

Koosta ise ülesanne ning lahenda see!

- Koosta ülesande tekst joonisel esitatud tingimuste põhjal.
- Kirjuta välja andmed ja otsitav.
- Lahenda ülesanne ning sõnasta vastus



Joonis 17. Koosta ise ülesanne

Küsimused

- Kuhu on suunatud kesktõmbekiirendus ringjoonelisel liikumisel? Kujuta see joonisel noolega.
- Autos olev inimene kallutab auto liikumisel kurvis end kurvi kõveruskeskpunkti poole. Miks?

- Mis sa arvad, mis hoiab autot kurvis liikudes teel? Tee joonis ja kanna sellele vastavad jõud.
- Miks on kurvides teepind kurvi keskpunkti poole kallutatud?
- Kas auto saab kurvis liikuda ühtlase kiirusega? Põhjenda oma vastust.
- Too näiteid igapäevaelust, kus kasutatakse tsentrifugaaljõudu.

TÖÖLEHT 9. MIKS PEAB VALIMA OHUTU SÕIDUKIIRUSE?

Peeter sai sünnipäevaks uue uhke jalgratta. See ei olnud mitte tavaline, millega linnas asfaldil sõita, vaid tõeline maastiku jalgratas: keskmisest väiksemad rattad, laiad kummid, kerge, kuid võimas raam, 28 käiku. Peeter rõõmustas oma uue ratta üle. Esimesel võimalusel otsustas ta minna metsa uut sõiduvahendit proovima. Sel päeval oli vihmane ilm, tõeline koerailm, nagu ütleb vanarahvas. Aga mis sellest, et sajab, seda enam saab proovida ratta kõiki võimalusi, sealhulgas sõiduki vastupidavust poristel teedel, otsustas Peeter. Juba oli ta varustanud end kiivri ja kinnastega ning seisis oma uue rattaga vihma käes. Rõõm uuest rattast jäi aga üürikeseks, sest tehes paar esimest kiiremat löiku porisel metsateel, oli tema spordijakk täiesti määrdunud. Miks?



Joonis 18. Jalgratturid valivad ohutu sõidukiiruse

Küsimused

- Mis Peetri uuel rattal puudusid, et ta ise ka poriseks sai?
- Kuidas oleks Peeter pidanud sõitma, et riided ei määrduks?
- Kas ja kuidas oleks võimalik määrata kindlaks, kui kiiresti liigub pori tükk?
- Kas ja kuidas on võimalik määrata kindlaks, millise kiirusega sõitis Peeter, kui pori pritsmed olid ka Peetri kiivril?
- Miks peab pinnatud teel ALATI jälgima sõidukiiruse piiramist nõudvaid märke ning hoidma piisavalt pikka pikivahet kahe sõiduvahendi vahel?

MÖÖDASÕIT ON AJAVÕIT! VÕIDAD MINUTI, KAOTAD ELU!

Liiklusõnnetuste statistika andmetel toimub enamik kahe või mitme auto kokkupõrkeid hea nähtavusega sirgetel teelõikudel või tänavatel. Reeglina on säärase õnnetuste põhjus möödasõit ees sõitvast autost või autodest.

Kuna meil on vähe jalgratturitele ehitatud asulaväliseid jalgrattateid, siis tuleb igapäevasel rattasõitjal kasutada koju, tööle, või kooli sõitmiseks samuti sõiduteed. Liiklusseaduse kohaselt tuleb sõiduteel sõita selle parempoolse ääre lähedal. Liiklemiseks sobivuse korral võib sõita ka teepeenral. See on eriti soovitatav, kuna teepeenral autod sõita ei tohi. Teepeenar on kruusaga kaetud riba asfaldi ääres. Kui aga sõidutee ääres on valge joon, siis on sellest joonest paremale jääv asfalteeritud



osa on ka teepeenar. Liikluses kehtib võrdõiguslikkus, Joonis 19. Veoauto möödasõitu keelav märk see tähendab, et kõik liiklejad on võrdselt õigustatud teel liiklema vastavalt liiklusnormidele. See on õiguslik ja moraalne võrdsus ja kaitsetumale antakse liiklusnormidega mõnel juhul ka eesõigus (näiteks rattarajal, sõiduteega külgneval rattateel otse sõitvale ratturile peab pööret sooritav autojuht kindlasti teed andma). Paraku ei ole liiklusvahendid füüsiliselt võrdväärased, neil on erinevad massid ja kiirused.

Viisakas autojuht sõidab jalgratturist mööda niiviisi: alustab varakult manöövrit suuna näitamiseks; liigub vastassuunavööndisse ja möödub jalgratturist ohutu kaugusega (vähemalt 1,5 meetrit, maanteel võimalusel rohkemgi); reastub tagasi, olles saavutanud ratturiga ohutu vahemaa. Asulavälised teed on Eestis küllalt laiad, ruumipuudust ei ole. Paljud autojuhid talitavad nii: sõidavad ratturile võimalikult lähedale, siis kiirelt mööda ja kohe oma ritta tagasi. Autojuht unustab, et rataste alt tuiskab jalgratturi poole nii pori, vett, liiva kui ka kive. Kui manöövri sooritamise ajal ilmub nähtavale sõiduk vastassuunavööndis, võiks vastutuleva auto juht sellises olukorras veidi paremale hoida, et ratturiga samas suunas liikuv auto saaks manöövri ohutult lõpetada. Nii tehakse Euroopas, kus jalgratturit austatakse. Üsna tavaline on, et samas suunas liikujatest möödasõit kujuneb võidusõiduks. Näiteks on Tallinna-Tartu või Tallinna-Pärnu maanteel möödasõidu tegemine nagu loterii. Kui üks juht alustab möödasõitu enda ees aeglasemalt liikuvast sõidukist, valides selleks võimalikult hea nähtavusega sirge teelõigu, siis on üsna tavaline, et see, kellest möödutakse, näeb ühtäkki möödujas konkurenti. Selle asemel et gaasi

lisada, võiks ta hoopis pisut vähem oma raudset ruuna piitsutada. Nii oleks kõigile ohutum. Mis juhtub juhiga, kes möödasõitu alustas? Ta oli hinnanud enne kiirust ja sirget teelõiku ning arvestanud, et pääseb terve nahaga. Et aga teine juht nüüd kiirust lisab, sõidavad mõlemad autod kõrvuti. See tähendab, et möödasõiduks kuluv aeg ja loomulikult ka teepikkus pikeneb. Ootamatult ilmub kurv ning kurvi tagant teine sõiduk ja ...



Joonis 20. Ebasobiv sõidukiirus on üks peamine liiklusõnnetuste põhjus.

See on üks võimalik stsenaarium. Teine on selline, kus möödasõitja, et oma eesmärki saavutada (mööduda eesliiklejast), lisab kiirust. Nähes, et vastassuunavööndist läheneb teine sõiduk, vajutab ta gaasi juurde ja keerab rooliga paremale. Kuid kiirus on liiga suur ja liigutus rooliga liiga järsk. Auto kaotab juhitavuse ja parimal juhul pääsevad kõik ehmatusega, halvimal juhul jätkub tööd nii arstidele kui ka surnumatjatele. Säärane möödasõiduralli on eriti ohtlik suvel märjal teel või pori ning langenud lehtedega asfaldil, rääkimata jääst ja lumest.

TÖÖLEHT 10. ROHKEM KUI KOLMEKESI TEEL

Kas teadsid, et

- esimene surmajuhtumiga liiklusõnnetus Tallinnas juhtus 20. detsembril 1908.
- Le Mans'i võidusõit 1955. aastal nõudis 84 inimelu ning vigastatuid oli üle saja.

Lahenda ülesanded.

1. Sirgel maanteel liiguvad samas suunas kaks mootorratturit, esimene kiirusega 10 m/s, teine liigub esimesele järele kiirusega 20 m/s. Mootorratturite vahemaa ajahetkel $t = 0$ on 200 meetrit. Kirjuta mootorratturite liikumisvõrrandid, võttes koordinaatide alguseks teise mootorratturi asukoha ajahetkel $t = 0$. Mootorratturite liikumine olgu x-telje positiivne suund. Kandke graafikule mootorratturite liikumisgraafikud (soovitav mõõtkava: 1 cm - 100 m; 1 cm - 5 s). Leidke graafikult kohtumise aeg ja koht.[14]

2. Sõiduauto liigub kiirusega 20 m/s veoauto järel, mille kiirus on 16,5 m/s. Möödasõidu alustamise hetkel märkas sõiduauto juht vastu liikuvat liinibussi, mille kiirus on 25 m/s. Milline on vähim kaugus bussini, et võiks alustada möödasõitu, kui algul oli sõiduauto 15 m kaugusel veoautost, möödasõidu lõppedes peab olema aga selle ees 20 m kaugusel? [14]

3. Kaks autot sõidavad ristuvatel teedel ristmiku poole. Teatud ajahetkel on kiirusega $v_1 = 20$ km/h liikuv esimene auto ristmikust $l_1 = 200$ m kaugusel. Sel hetkel on teine auto ristmikust $l_2 = 300$ m kaugusel. Millise kiirusega v_2 liigub teine auto, kui mõlemad autod jõuavad ristmikule üheaegselt. Autode liikumine on ühtlane ja sirgjooneline. Tee kindlasti joonis!

OH, AEG, MIKS NII KIIRELT KAOD?

No mida nad siin mökutavad? Sõita ei mõista või!?" või „No mida sa siia vahele trügid?! Mul on sama kiire kui sul!" Kes ei ole kunagi hommikustes ummikutes nii mõelnud, sellel on lubatud esimene kivi visata. Kuhu seda kivi pidigi viskama? Sellest on nii palju aega mööda läinud, et ma enam ei mäleta. Tegelikult on hommikuste kiirustamistega üldse sellised lood, et kellel on alati kiire, võiks osta jalgratta või reaktiivlennuki. Mina pole küll veel kuulnud, et keegi nende liiklusvahenditega ummikus istunud oleks.

Lihtne arvutus näitab, et kui lisame kiirust, siis võidame sellega ainult mõne tühise sekundi. Nende võidetud sekundite joovastuses võime aga järgneva sekundimurdosa vältel kaotada kõik selle, mis meile elus oluline on.

Tabelist 4 on näha, kui palju kaotatakse aega 10 kilomeetri läbimisel, kui 100 km/h asemel sõidetakse 80 km/h. Vastus: poolteist minutit! Kui 100 km/h asemel sõita 90 km/h, on kaotus kõigest 40 sekundit. Kui 110 km/h asemel sõita 100 km/h, kaotatakse tervelt pool minutit ehk 33 sekundit. On siis kiirustamine tõesti seda väärt?



Joonis 21. Kiiruseületaja ajavõit on naeruväärselt väike

Tabel 4. Aja võit või kaotus erinevate kiiruse väärtuste korral minutites.

Kiirus (km/h)	110	100	90	80
70	3,12	2,57	1,90	1,07
80	2,05	1,50	0,83	0
90	1,21	0,67	0	
100	0,55	0		

TÖÖLEHT 11. KIIRUS JA KESKMINE KIIRUS

Järgnevalt üks eesti lastekirjanduse tuntumaid lugusid kihutamisest ja kiirustamisest.

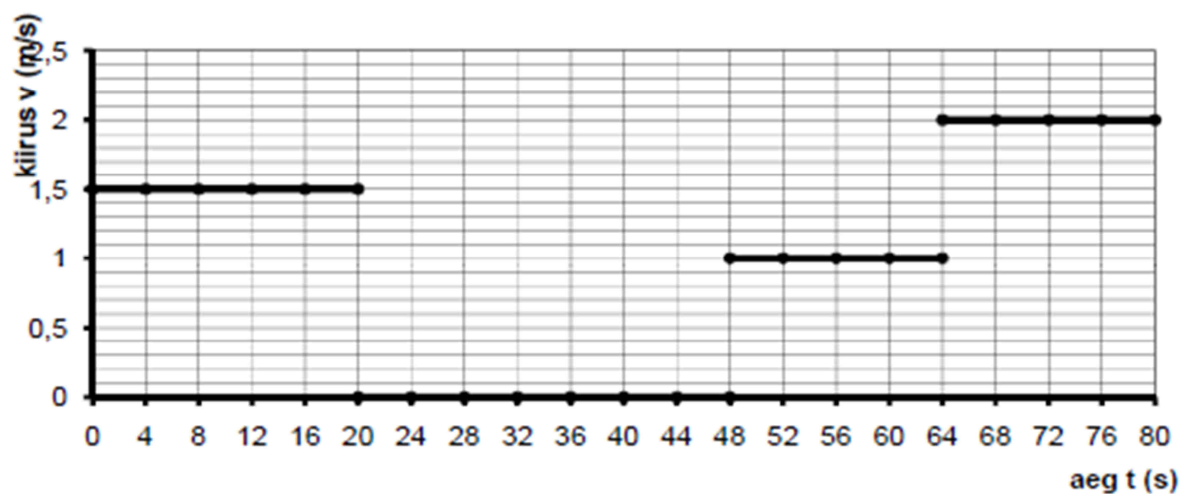


„Kingpool aga sattus ärevusse. „Anna gaasi!“ hüüdis ta Muhvile. „Anna vahetpidamata gaasi, või muidu on mu hiirekese laul lauldud!“ Muhv suurendas kiirust, kuid ometi ei jäänud raevukas kassikari autost maha. Ja siis hakkas eestpoolt paistma valgusfoor. „Me ei tohi peatuda,“ ütles Kingpool kahvatades. „Kui me selle tottra valgusfoori taha toppama jääme, on kõik otsas. Kas kuuled, Muhv, mis sulle räägitakse?“ ... Auto lähenes ristteele. „Me ei tohi peatuda!“ hakkas Kingpool nüüd peaaegu nutma. „Need neetud kassid panevad mu hiirekese ju elusalt nahka!“ Valgusfooris süttis punane tuli. „Põruta, Muhv, põruta aga edasi!“ halas Kingpool südantlõhestavalt. „Vajuta ometi gaas põhja!“ Muhv aga lausus rangelt: „Ma ei salga, et tunnen praeguses olukorras teatavat erutust, ja nagu ma vist olen juba selgitanud, lähevad mul erutuse korral mitmesugused asjad võrdlemisi kergesti segamini. Kuid punast ja rohelist tuld ei ole ma veel kunagi segi ajanud, nende vahel suudan ma alati vahet teha.“ Ning siis ta pidurdas. Auto peatus otse punase tule taga, ja niivõrd järsku, et Kingpool pörkas peaga vastu tuuleklaasi.“[15]

Kordamine

- Millised füüsilised suurused iseloomustavad keha liikumist või paigalseisu?
- Kirjuta seos, kuidas avaldub teepikkus aja ja kiiruse kaudu.
- Selgita, mida tähendab, kui öeldakse, et auto liigub kiirusega 72 kilomeetrit tunnis.
- Ühes rahvalaulus lauldakse nii: „Viis versta veerand tunniga.“ Kui mitu meetrit sekundis võiks selline kiirus olla? Kui mitu kilomeetrit tunnis liigub keha? Kus tohib sellise kiirusega liiklusseaduse järgi tänapäeval liigelda?

Kiiruse sõltuvus ajast



Lahenda ülesanne.

Graafikul on kujutatud keha kiiruse sõltuvus ajast. Täienda graafikut puuduvate elementidega ning vasta küsimustele.

- Kui pika tee läbis keha esimese 20 sekundi jooksul?
- Kirjelda, keha liikumist ajavahemikul 20-40 sekundit.
- Kui pika tee läbib keha teisel teelõigul?
- Kui suur on keha keskmine kiirus ajavahemikul 80 sekundit?
- Konstrueeri vihikusse graafik, mis kirjeldab selle keha poolt läbitud teepikkuse sõltuvust ajast?

Lahenda ülesanded.

1. Veerand tunniga läbib auto 15 kilomeetrit ja järgneva kolmveerand tunniga 75 kilomeetrit. Milline on auto keskmine kiirus? [16]

2. Kiirusepiirangute tõttu läbib auto poole teest kiirusega 30 km/h. Teise poole teest võib ta sõita maksimaalse lubatud kiirusega 130 km/h. Arvuta, milline oli auto keskmine kiirus sellel trassil. Linnade A ja B vaheline kaugus on 121 km. Enne sõidu alustamist sisestas autojuht GPS-seadmesse linnas B asuva reisisihi aadressi. GPS arvutas keskmise, sõiduks kuluva aja, kasutades kolme teed:

- a) kiireim aeg - 124 km ja sõiduks kuluv aeg 1 h 26 min,
- b) lühim tee - 121 km ja 1 h 25 min,
- c) ilusaim tee (loodus ja vaatamisväärsused) - 125 km ja 1 h 26 min.

Autojuht valis lühima tee. Linnast A alustati sõitu kell 8.38.

- Mis kell pidi autojuht GPS seadme järgi jõudma linna B?

- Milline oli GPSi arvutuste aluseks valitud keskmine kiirus (km/h ja m/s)?

- Auto jõudis kohale kell 10.23. Kui kaua sõideti tegelikult?

- Milline oli tegelik keskmine kiirus linnast A linna B?

- 121 km pikkusel teelõigul tuli läbida kokku 6 tunnelit kogupikkusega 5,86 km. Esimene tunnel oli 320 meetrit pikk ja selles kehtis kiiruse piirang 80 km/h. Teistes tunnelites oli lubatud sõita kiirusega 100 km/h. Kui kaua sõideti tunnelites kokku?

- Kogu teest oli 60 km võimalik sõita kiirusega 130 km/h, 50 km kiirusega 100 km/h ja 11 km tuli sõita kiirusega 50 km/h. 60 km pikkusel teel oli 1,5 km ulatuses kiirus piiratud 80 km/h ja 4 km ulatuses 50 km/h. Kui kaua oli kogu teest võimalik sõita maksimaalse kiirusega 130 km/h?

REAKTSIOONIAEG

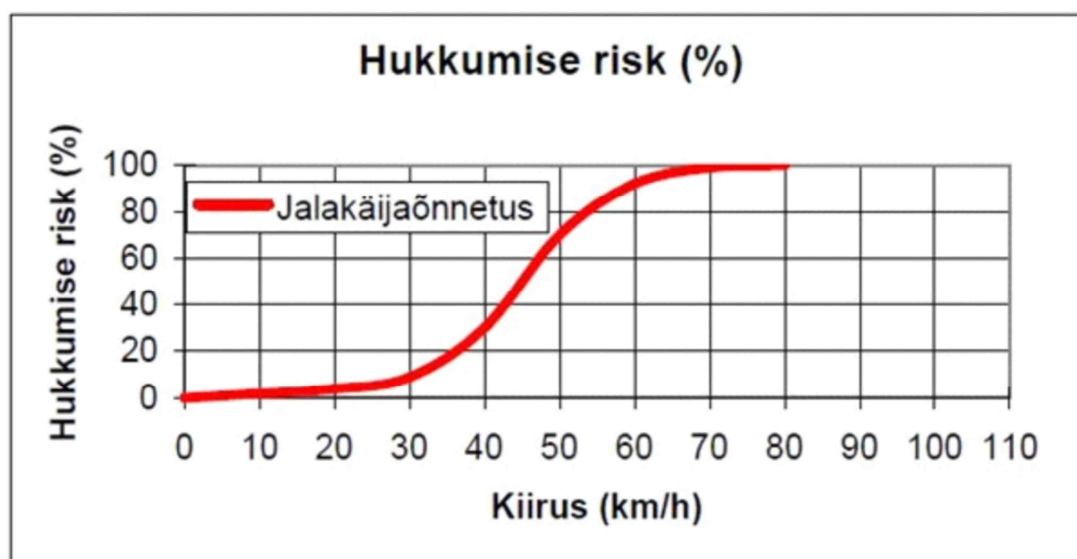
Paljud õnnetused juhtuvad liikluses selle tõttu, et ei sõidukijuhid ega ka jalakäijad ei kujuta ette, kui kiiresti või aeglaselt on võimalik sõidukit peatada.

Linnas kulub 50 km/h liikuva sõiduauto täielikuks peatumiseks keskmiselt 25-30 meetrit ehk pool spidomeetri näidust. Maanteel, kus sõidukiirus on peaaegu topelt nii palju kui linnas, kulub auto täielikuks peatumiseks niisama palju meetreid, kui spidomeeter algset kiirust näitas. Tegelik peatumistee oleneb veel mitmest asjaolust: sõiduki massist, pidurite korrasolekust, pidurite tüübist (ABS vm), teekattest, ilmastikuoludest, rehvide seisukorrast jne.

Järgnev tabel on abiks kiiruse teisendamisel kilomeeter-tunnist meeter-sekunditesse. Sama tabelit saab edukalt kasutada teiselgi otstarbel. Nimelt on sellelt näha, mitu meetrit läbib sõidukijuht ohu märkamisest jala piduripedaalile viimiseni.

km/h	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
m/s	8	11	14	16	19	21	22	23	25	26	28

Oma reageerimiskiirust autojuht eriti lühemaks muuta ei saa. Ohu märkamisest kuni jala piduripedaalile panemiseni kulub juhil keskmiselt 0,9-1 sekundit. Näiteks kui 50 km/h alas liigub sõiduk kiirusega 70 km/h ning ootamatult jookseb bussi varjust sõiduteele laps, siis möödub umbes 19 meetrit enne, kui juht jõuab piduripedaalile vajutada. Seega õnnetust vältida tõenäoliselt enam ei õnnestu. Väsinud ja/või joobes juhi reageerimisaeg pikeneb mitu korda.



Joonis 22. Jalakäija hukkumise risk sõltuvalt kokkupõrkekiirusest (Pasanen, 1991)

TÖÖLEHT 12. REAKTSIOONIAJA MÄÄRAMINE

Töö eesmärk

1. Õppida määrama reaktsiooniaega erinevatel meetoditel.
2. Teepikkuse ja kiiruse ning kiirenduse vahelise seose rakendamine aja arvutamisel.

Töövahendid: paber, kustutuskumm, harilik pliats; joonlaud, mõõtelint või joonlaud (vähemalt 50 cm); pappi, paberit, värvid või värvilist paberit, pintsel või liimi, käärid.

A. Reaktsiooniaja määramine paberilehega

Töö käik

Kuigivõrd on võimalik ka ise oma reageerimiskiirust mõõta. Seda tehakse nii: katse korraldaja hoiab seinal paberilehte ning laseb selle mingil ajal lahti. Katsealune hoiab pliatsit vms paberi alaserva kohal seinast paari-kolme sentimeetri kaugusel. Kui katsealune saab langevale paberilehele pihta alaservast, on tema reageerimiskiirus hea; kui keskkohast, on reageerimiskiirus keskmine. Kui ta aga paberile pihta ei saagi, on reaktsioon auto juhtimiseks liiga aeglane.

B. Reaktsiooniaja määramine analüütilisel meetodil

Üks paariline surub käega joonlauda vastu seina. Teine, kelle reaktsiooniaega sel viisil määratakse, seisab kõrval. Joonlauaga paariline laseb joonlaua piki seina alla langeda ning teine paariline peab selle kinni püüdma, surudes selle vastu seina.

Teooria

Kuna joonlaua algkiirus on null ning joonlauale mõjub ainult raskusjõud, siis on võimalik joonlaua läbitud teepikkuse kaudu arvutada kaaslase reaktsiooniaega järgmise seose abil:

$$s = v_0 t + \frac{gt^2}{2} \quad (1), \text{ kus } s \text{ on teepikkus (meetrites), } t \text{ langemiseks kulunud aeg}$$

(sekundites) ja g vaba langemise kiirendus ehk raskuskiirendus, millega kõik kehad selles

maakohas Maa poole langevad. Raskuskiirenduse ühikuks on $\frac{m}{s^2}$ (loe: meetrit sekundis ruudu kohta) ehk see on ühik, mille võrra keha kiirus Maa raskusväljas kasvab igas sekundis teatud kindla väärtuse võrra.

Raskuskiirenduse väärtus on $9,81 \cdot \frac{m}{s^2}$.

Kuna joonlaua algkiirus on null, siis omandab seos uue kuju: $s = \frac{gt^2}{2}$, millest joonlaua lahti

laskmisest selle kinnipüüdmiseks kulunud reaktsiooniaja saame avaldada järgmiselt:

$$gt^2 = 2s \Rightarrow t^2 = \frac{2s}{g} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{g}} \quad (2).$$

Töö käik

1. Märki seinale hariliku pliiaitsiga joonlaua ülemine asend kriipsuga (NB! Hiljem kustuta see ära) ning suru joonlaud vastu seinu.
2. Midagi ette ütlemata oma paarilisele lase joonlaud langema. Kui paariline on reageerinud ning surunud joonlaua uuesti vastu seinu, siis hoidke seda selles asendis, kuni olete märkinud seinale kriipsukesega joonlaua ülemise otsa uue asendi.
3. Mõõtke kaugus kahe asendi (alg- ja lõppasendi) vahel ning märkige see tabelisse.
4. Korrake katset vähemalt kümnel korral, püüdes hajutada kaaslast tähelepanu. Tulemused kandke tabelisse.
5. Seejärel arvutage kaaslaste reaktsiooniaeg, kasutades valemit (2).
6. Kaaslaste keskmise reaktsiooniaja arvutamiseks liitke kõik arvutatud aja väärtused ning jagage saadud tulemus korraldatud katsete arvuga. Nii leiute kõigist teie määratud reaktsiooniaegadest aritmeetilise keskmise.

Järeldus ja küsimused

- Sõnastage järeldus oma paarilise keskmise reaktsiooniaja kohta ning vastake küsimustele.
- Millal reageeris kaaslane kõige kiiremini?
- Mis põhjused võisid mõjutada kaaslaste aeglast reageerimist?
- Kas kaaslane, juhul kui ta juhiks mõnd sõiduvahendit (jalgratast, mopeedi), suudaks vältida õnnetust, kui teele jookseb ootamatult koer?

C. Reaktsiooniaja määramine värvilise triipribaga

Töökäik

1. Lõika papist välja 5 cm laiune ja 35 cm pikkune riba. Samade mõõtmetega riba lõika välja ka paberist ning kleebi see papile. Seejärel jaota paber seitsmeks osaks ning värvi iga osa, alustades punasest sellises järjekorras, nagu on värvid vikerkaares: punane, oranž, kollane, roheline, helesinine, sinine ja lilla.
2. Hoia riba lillast otsast ning palu, et kaaslane selle kinni püüab, kui sa selle lahti lasknud oled. Selleks peab kaaslane seisma sinu lähedal, kuid sina ei tohi ette öelda, millal riba lahti lased.
3. Kui kaaslane reageerib kiiresti ning haarab kinni punase värvi juurest, siis võid öelda, et sinu kaaslase reaktsiooni aeg on väga kiire, st ta reageerib väga kiiresti. Kui ta haarab kinni lillast otsast, siis kulub tal rohkem aega reageerimiseks.
4. Korraldage vastastikku mitu katset. Formuleeri järeldus, milline oli sinu kaaslase reageerimiskiirus, kasutades värviskaalat.
5. Võite katset korralda mõnel teisel päeval või kellaajal ja uurida, kas reaktsiooniaeg jääb samaks või muutub.

Vaata ka Teadusteatri KVARK poolt loodud põnevat katset “Reaktsiooniaeg” õppevideona siit: <https://www.youtube.com/watch?v=u2P8dYwig6A>

KIIRUS JA KESKKOND

Kas teadsid, et

- 1938. aastal korraldati Tallinnas esimene ohutu liiklemise nädal
- 1973. aastal kehtestati üldine 60 km/h piirkiirus asulates
- 1976. aastal kehtestati Eestis maanteedel piirkiiruseks 90 km/h (mootorrattad ja väikebussid pidid sõitma 70 km/h aastani 1990)
- 1993.aastal kehtestati üldine 50 km/h piirkiirus asulates

„Sa võiksid pisutki kiiremini sõita,“ ütles Kingpool murelikult. „See pole kuidagi võimalik,“ raputas Muhv pead. „Ülemäärase rutuga võime kergesti uppi lennata.“ [15].

Eelmise sajandi keskpaiku oli auto, mis võis arendada kiirust 100 km/h ja üle selle, enamikule vaid unistus. Tänapäeval uunikumidena on nad ka nüüd paljudele unistuseks. Praegu võib iga kiiruse austaja valida endale auto spidomeetril olevate kiiruste järgi, kui hind probleem ei ole. Mõnele meeldib 200, mõnele jälle 290. Tänu autode inseneridele, konstruktoritele ja disaineritele ei ole kiirus enam sõiduvahendile probleem, kuigi autoehitajad rõhutavad, et mootor teeb enim tööd ja tarbib vähim kütust just siis, kui sõidukiirus on mõistlik. „Kiirus ei mõjuta ainult liiklusohutust, vaid ka keskkonda, näiteks:

- heitgaaside taset,
- liiklusmüra taset,
- kütusekulu,
- tee läheduses elavate ja töötavate inimeste elukvaliteeti.



Joonis 23. Elektriauto „Tesla“

Üldiselt mõjuvad suured kiirused ja suured kiiruseerinevused kõigile neile aspektidele negatiivselt nagu suured kiirused ja suured kiiruseerinevused mõjuvad negatiivselt ka liiklusohutusele. Seega, kiirusjuhtimise kontekstis on liiklusohutusosalastel ja keskkonnaalastel eesmärkidel palju ühist. Kiirus mõjutab ka sõidule kuluvat aega. Teoreetiliselt lühendab suurem kiirus sõiduaega. Suuremad kiirused põhjustavad aga rohkem õnnetusi ning õnnetused on olulised ummikute põhjustajad. Lisaks on lühikeste teekondade puhul tajutav ajavõit palju suurem kui tegelik ajavõit.[17]

TÖÖLEHT 13. VÕIMSUS JA KÜTUS

Lühidalt võib Tori tõugu hobust kirjeldada nii: Tori hobuse välimus on kiirus- ja sammuhobuse vahepealne, kaldudes rohkem viimase poole. Rind ja laudjas on hästi arenenud, lihastik tugev, kehaehitus kuiv. Laudjas on libajas, ovaalne. Puudusi esineb jalgade seisus. Peamised värvused on raudjas, kõrb ja punane.[18]



Joonis 24. Tori hobune Lennart[18].

Kaamelit võib lühidalt kirjeldada nii: Neid on kaks liiki: üksküür- ja kaksküürkaamel. Nende eluiga ulatub 30-40-aastani. Kaamelid higistavad vähem kui teised imetajad ning hoiavad seega



väga palju vett kehas kokku. See vähendab aga nende veetarvet. Küürus on tal rasvavarud, mida ta toidu- ja veepuudusel kasutab. Nad suudavad olla nädalate viisi joomata. Jõudes veeallika juurde, võib kaamel ära juua kuni 114 liitrit vett. Nad on hindamatud koorma- ja sõiduloomad, sest suudavad kanda endaga samas kaalus koormat.

Joonis 25. Kõrbekaravan [19].

Autot võib kirjeldada nii: neli ratast, mootor, sööb kütust, neelab maanteed, hingab hapnikku ja väljutab süsihappegaasi koos raskmetallidega; armastab inimese lähedust, väga truu ühele peremehele, kui peremees tema eest hästi hoolitseb. Autole meeldib, kui teda aeg-ajalt määratakse ning pestakse seest ja väljast. Eluiga võib küündida üle 100 aasta või kauem. Kere võib olla kandilisest ümmarguseni ning suurus 1,5 meetrist kuni 20 m. Autode hõimkonna liigid on sõiduaudod, veoaudod ja eriotstarbelised audod. „Südame-vereringe“ seisukohalt võib audod jaotada põhimõtteliselt viide klassi: bensiin, diisel, gaas, elekter, hübriid.



Joonis 26. Itaalia disaineri Luigi Colani disainitud veoaudod [20].

Mis on autol, mootori võimsusel ja kütusel seost hobuse ning kaameliga? Mootorivõimsust iseloomustatakse hobujõududega ning tänapäeval on auto hindamatu koorma- ja sõiduvahend.

Tuleta meelde!

- Mida iseloomustab võimsus mehaanikas?
- Kirjuta kaks seost, mille abil on võimalik arvutada võimsust mehaanikas?
- Mis on võimsuse ühikud?
- Mis on kasutegur? Kas see võib olla 100%? Põhjenda vastust.

Hakkame uurima!

Auto mootori võimsus on tema registreerimistunnistusse kirjutatud 245 kW.

- Kas see on kogu võimsus või kasulik võimsus?
- Kuhu kaob osa võimsusest?
- Kui palju tööd teeb see mootor 30 minuti jooksul?
- Mitu hobujõudu on 245 kW?
- Mootori kasutegur on 65%. Arvuta mootori kasulik töö.
- Kui palju kasulikku võimsust arendab auto 30 minuti jooksul?

Iga kütuse põlemisel eraldub teatud hulk soojust. Igal kütusel (erinevad puidu liigid, nafta, süsi, gaas jne) on kindel just seda kütust iseloomustav kütteväärtus. Kütteväärtuseks nimetatakse teatud hulga kütuse täielikul ärapõlemisel eralduvat soojushulka: $Q = K \cdot m$, kus Q on soojushulk (J), K on kütuse kütteväärtus (J/kg) ja m on kütuse mass (kg). Mootoris põlenud kütuse arvel teeb mootor tööd. Kasuta kütteväärtuste tabelit.

- Kas kogu põlenud kütuse arvel teeb mootor kasulikku tööd? Põhjenda oma vastust.
- Kui palju kütust kulutatakse 30 minuti jooksul kasulikku tööd tehes? Bensiini kütteväärtus on 47 MJ/kg. Lihtsuse mõttes võtame soojushulga võrdseks tehtud tööga.
- Kui auto sõidab 30 minutit ühtlase kiirusega 90 km/h, siis kui pika tee ta selle aja jooksul läbib?
- Arvuta, mitu liitrit kütust kulub autol keskmiselt 100 km läbimiseks. Bensiini tihedus on $\rho = 750 \text{ mg/m}^3$.
- Kas kütuse kulu muutub, kui auto kiirust vähendada/suurendada?
- Milline kütus oleks kõige keskkonnasäästlikum, kuid ka piisavalt tõhus?

PIDURDAMISEST JA PIDURITEST

„Jaapanlased väidavad, et kui auto läheb või juba on käest läinud, paneb juht silmad kinni, selle asemel et päästa, mis veel päästa annab," on kirjutanud Johannes Pirita.

Sõiduvahendi käitumine teel oleneb paljudel juhtudel sellest, kas tee on libe või mitte. Seda on juhul võimalik kontrollida järsku pidurdades. Selle eksperimendiga ei tohi juht segada ega mingil juhul ohustada teisi liiklejaid ning kiiruski ei tohi olla kuigi suur.

Sõiduki ratastele mõjub auto raskusjõud. Kui auto alustab pidurdamist, siis mõjuvad veel pidurdusmoment ja pidurdusjõud. Nendest sõltuvad aga teekatte ja rehvi vaheline haardejõud ning ratta veeremistingimused. Kui kiirus on suur, siis mõjuvad autole pidurdamise korral veel mitmesugused külgejõud. Kuna rehvi on elastne, siis hakkab järsku pidurdamisega muutuma ka auto trajektoor. „Näiteks kiirusel 150 km/h liikuva auto ratta rehvi deformeerub pidurdusmomendi ja pidurdusjõu rakendamisel. Toetudes rehvi konstruktsiooni, materjalide koosseisu ja turvise mustri mõju kohta tema deformatsioonile ja teekattega haakumise omadustele, täiustavad rehvitootjad pidevalt sõidukite rehve. [4].

Ratast saab ainult nii palju pidurdades koormata, kui seda võimaldab haardejõud. Vastasel korral hakkab ratas libisema. Pidurdada tuleb nii, et auto rattad ei lohiseks, vaid võimaldaksid ootamatult teele sattunud takistusest mööduda. Kui rattad hakkavad lohiseks, siis kipub auto kohe ka suunda muutma. Kõige mõistlikum on nn pulseeriv pidurdus, mis on olnud ajendiks ABS pidurisüsteemi loomisele.

Kui autol ABS-süsteemi ei ole, siis aitab nn väriseva jalaga pidurdamine. Kui kiirust vähendatakse selleks, et ettevatsetult peatuda, võib kasutada sama meetodit - pidurit n-ö tippida. Kui pidurdada aga järsku ning tööle rakendub ABS-süsteem, siis enam piduripedaaliga tippida ei tohi. See rikuks ABS-süsteemi. Väriseva jalaga pidurdamine on tõhus mitte ainult talvel ja jääga, vaid ka suvel kruusakattega või vihmamärjal teel. Täpsemalt saab infot pidurdamise erinevate võtete kohta autokoolis, kus libedasõidu koolituses tuleb seda kindlasti jäärjalt proovida.

Jalgratturina tuleb meele pidada, et kõige kiiremini saab jalgratta pidama, kui jalgrattur pidurdab mõlema piduriga. Sel juhul tasub tähele panna oma keha hoiakut, keha raskus peab olema võimalikult taga, kui keha raskus on leistungil ja esirattal, tõuseb tagaratas üles ja kukkumine on kindel. Pidurdades vaid tagapiduriga on, jalgratturi peatumisteed on ligi kaks korda pikem,

võrreldes peatumistekonnaga mõlema piduriga pidurdamisel. Kui jalgrattal on esirattal käsipidur ja tagaratta pidurdamiseks kasutatakse jalgpidurit, siis tuleks mõlemat pidurdada võimalikult korraga.

TÖÖLEHT 14. PIDURID JA LIIKLUSOHUTUS

VÄIKE LIIKLUSTEST

Tööjuhend

Enne vastamist loe hoolikalt läbi küsimus ja etteantud vastusevariandid. Õigeid vastuseid on ainult üks. Õigeks arvatava vastusevariandi kõrval olevasse kasti tee kaldrist. Kui soovid oma vastust muuta, siis kriipsuta kast läbi ja tee selle kõrvale uus tühi ruut. Head vastamist!

1. Miks on mootorratastel ja paljudel jalgratastel pidurid ainult tagumistel ratastel?		
A. Neid rattaid on odavam toota.		
B. Pidurdades jätkab rattur liikumist liikumise suunas.		
C. Neid rattaid on lihtsam hooldada.		
D. Kõik eelnev on õige.		

1. Auto liigub ühtlase kiirusega 50 km/h. Autos on tagapingil reisijate vahel koer. Mis juhtub, kui autot järsku pidurdada?		
A. Mitte midagi ei juhtu. Auto jääb seisma.		
B. Kui reisijad on korrektselt turvavööga kinnitatud, siis ei juhtu midagi.		
C. Kõik autos viibijad jätkavad sõidusuunalist liikumist kiirusega 50 km/h, olenemata sellest, kas nad on turvavööga kinni või mitte.		
D. Kuna koer ei ole turvavööga kinnitatud, siis võib ta liikuda läbi auto esiklaasi.		

3. Mootorsõiduki tehnilistesse andmetesse on kirjutatud: keskmine kütuse kulu linnas on 6,8 liitrit 100 km kohta ja maanteel 5,5 liitrit 100 km kohta. Miks on linnas kütuse kulu suurem kui maanteel?		
A. Peab tihti pidurdama ja kiirendama ning see suurendab kütuse kulu.		
B. Mootor töötab tihti ummikutes seistes ja ristmikel lubavat foorituldoodates tühikäigul.		
C. Kuna kiirused on väikesed, siis sõidetakse madalama käiguga.		
D. Kõik eespool mainutu on õige.		

Kas leidsid õiged vastused?

Kontrolli, kas sul on pinginaabriga samad vastused. Kui kahtled või sinu vastused erinevad pinginaabri omast, siis küsi õpetaja käest.

Uuri järel!

- Miks on autokummid ainult musta värvi, mitte kollased või rohelised?
- Kes, kus ja millal valmistas esimese kummisegu ning mida asuti seejärel tootma?
- Mis aastast on kasutusel ABS-süsteem?
- Mida tähendab tähekombinatsioon DSA ja milleks seda sõidukite juures kasutatakse?

Lahenda ülesanne vihikusse.

Tiina sõidab emaga maale vanaema juurde. Suurel teel oli sõiduautode lubatud maksimaalne kiirus 110 km/h. Kõrvalteel aga, mida mööda saab sõita Tiina vanaema juurde, on maksimaalne kiirus ainult 90 km/h. Kuna tee lookleb metsa vahel, kus on tihti liikumas metskitsed ja põdrad, siis alandas Tiina ema veelgi sõidukiirust. Ootamatult ilmus teele metskits. Autojuht pidurdas järsult sirgel teelõigul nii, et auto rattad blokeerusid (lukustusid). Auto kiirus muutus 31-meetrisel teelõigul 78 km/h-st kuni 32 km/h.

- Tee kiiruse muutust illustreeriv joonis.
- Arvuta, kui suur oli auto rataste ja teekatte vahelise hõõrdeteguri väärtus?
- Mis tüüpi tee viis Tiina vanaema juurde?
- Kuidas ja kui pikaks muutuks pidurdusteed juhul, kui autol olnuks korras ABS-süsteem, mis ei lase auto ratastel pidurdamise ajal täielikult blokeeruda? Auto liikumist takistava õhutakistuse jätame arvestamata.

Küsimused (kasuta vastamiseks interneti abi)

- Mille poolest erinevad trummelpidurid ketaspiduritest?
- Milles seisneb ABS-süsteemi eripära?
- Jalgratastel on käsipidur või pidurid ja/või jalgpidur. Kuidas töötab jalgpidur?
- Mis otstarve on autos käsipiduril?
- Milleks kasutatakse tõkiskingi?

LIIKUMISE ABIVAHENDID – LIIKLUSVAHENDID

Kas teadsid, et ...

- 14. mail 1895. aastal demonstreeriti Tallinnas esimest korda mootorratast (Hildebrand - Wolfmüller)
- 1906. aastal alustas tööd esimene liinitakso Tallinnas
- 20. septembril 1908 kinnitati esimene liiklusmäärus Liivimaal
- 1914. aastal alustas Tallinnas tööd esimene taksomeetriga takso
- 1930. aasta lõpuks oli välja antud üle 2000 juhiloa
- juulil 1965 avati Tallinnas liiklus esimesel trolliliinil

Uuri järele!

- Millal alustas Tallinnas reisijate vedu esimene tramm?
- Millal ja kes leiutas jalgratta?

Liiklust seostatakse peamiselt mootorsõidukitega. Autode arv kasvab meie teedel-tänavatel pidevalt. Ka autojuhilube väljastatakse igal aastal ikka rohkem ja rohkem. Need, kes ei ole veel autojuhtimise ikka jõudnud või kes arvavad, et nad enam noorusega võidu kihutada ei soovi, on jalakäijad. See ei tähenda, et nad ainult jala käima peaksid. Nemad kasutavad liikumiseks enamasti ühissõidukeid. Küsite nüüd, kas buss või troll ei olegi mootorsõiduk. Muidugi on, aga selles on korraga palju sõitjaid. Teistes Euroopa riikides (nt Taanis) moodustavad enamiku liiklejatest hoopis jalgratturid; meil juhtub nii suviti.

Jalgrattaga tohivad sõita õuealal kõik, isegi need, kes käiagi ei oska. Liiklusseaduses on öeldud, et kui jalgrattur on vähemalt 10aastane, tohib ta sõita sõiduteel, kuid tal peab olema jalgratta juhtimisõigus. Kui jalgrattur on vähemalt 16aastane, siis juhiluba enam vaja ei ole. Jalgratas peab alati olema korras, st pidur(id) peab (peavad) töötama laitmatult ning jalgrattal peab olema töökorras signaalkell. Ees peab olema valge ja taga punane ning vähemalt ühe ratta mõlemal küljel kollane või valge helkur. Pimedal ajal või halva nähtavuse korral sõites peab rattal ees põlema valge ja taga punane tuli. Soovitatavalt võiks jalgratturil olla seljas ohutusvest. Alla 16-aastane jalgrattur peab kandma kinnirihmatud jalgrattakiivrit.

Siis kui autosid ja jalgrattaid ei olnud, mindi ühest punktist teise jala või hobusega. Tol ajal oligi peamine liikumise abivahend hobuveok. Nii nagu tänapäeval auto on paljudele staatuse sümbol, reetis hobukaariku või kalessi välimus tema omaniku sugupuud ning positsiooni ühiskonnas. Oli ikka vahe, kas kalessi ees oli kuus või kaks hobust. Tänapäeval võime selliseid toredaid liiklusvahendeid näha vaid muuseumis või kinolinal.



Joonis 27. Tänapäevane tramm ja hobukaarik Viinis [21].

TÖÖLEHT 15. JALGRATTAMATK

Miks ei tohi sõpra jalgratta pakiraamil või pulgal sõidutada? Kriipsuta alla õige vastus.

- A. See ei ole liikluseadusega lubatud
- B. See võib olla sõbrale ja sulle ohtlik.
- C. See võib rikkuda ratast.

Lahenda ülesanne.

Poisid otsustasid minna jalgrattamatkale Lõuna-Eestisse. Reisi lõpp-punkt pidi asuma Munamäel. Võrust Munamäele on umbes 20 km ning matkajad lahkusid Võrust päeval kell 13.00. Selle vahemaa läbisid poisid kiirusega 15 km/h. Seejärel sõitsid nad Munamäe jalamilt üles umbes 750 meetrit. Keskmise kiirus oli spidomeetri järgi 2,5 km/h. Oma reisi lõpp-punkti jõudnud, otsustasid poisid heita pilgu Eestile Suure Munamäe vaatetornist, einestada ning puhata. Kuna enne pimedat tahtsid nad jälle Võrus tagasi olla, siis otsustati puhkepaus teha kaks ja pool tundi. Et poisid kasutasid mäkketõusuks mäe lõunapoolset külge, siis laskuda otsustati põhjapoolset teed pidi, mis pikkuse poolest ei erine lõunapoolsest, et osta kaasa mõned suveniirid. Suveniiride ostmiseks kulus 20 minutit. Mäest laskusid poisid kiirusega 8 km/h. Võrru tagasi jõudsid nad 19.45, läbides tuldud tee uuesti. Kui kaua ja mis kiirusega sõitsid poisid Munamäelt Võrru? Milline oli rattamatkajate keskmine kiirus Võrust Munamäele ja tagasi Võrru?

ESIMEST TURVAVÖÖD EI SALLINUD KEEGI

Kas teadsid, et ...

- 1938. aastal korraldati esimene ohutu liiklemise nädal Tallinnas
- 1973. aastal hakati tehases Norma valmistama turvavöösid
- aprillil 1975 muudeti turvavööde kasutamine NSVLis kohustuslikuks
- 1. juulist 1996 kehtestati nõue kasutada sõidukis lapse turvavarustust

2009. aastal täitub viiskümmend aastat kolmepunktiturvavöö kasutuselevõttust seeriasõiduautol. Seda sündmust võib pidada autode turvalisuse arendamise stardipauguks. Millal täpselt auto turvavöö leiutati, on raske öelda. Igatahes sai Edward J. Claghorn USA patendi turvavööle juba 10. veebruaril 1885 ehk enne auto leiutamist.

Päris turvavöö sünniajaks peetakse siiski 1959. aastat, mil Nils Bohlini konstrueeritud kolmepunktivööd hakati põhivarustusena paigaldama Volvo mudelitele P120 ja PV544. Tollest ajast ongi Volvol eriti turvalise auto maine. Tuhandeid kui mitte miljoneid inimesi on päästnud turvavööd võib hinnata 20. sajandi üheks tähtsamaks leiutiseks.

Joonis 28. Tuhandete elupäästja Volvo insener Nils Bohlin omaloodud kolmepunkti-turvavööga. (Foto: VOLVO)[22].



Sobis lennukile, sobib ka autole

Publik uudislasja just vaimustusega vastu ei võtnud. Kasutajaid hirmutati kõikvõimalike koledustega. Paraku on geniaalsete leiutistega ikka nii. Kunagi arvati ka seda, et möödasõitvad rongid muudavad lehmad ahtraks. Ebamugav oli jäigalt fikseeritud turvavöö aga tõesti. Liikumisvabadust lubavad inertsrulliga vööd hakkasid levima alles 1970. aastatel. Inertsrull ise oli patenteeritud juba kaks aastakümnet varem.

Turvavöö kontseptsioon pärineb lennundusest. Nimelt selgus lennuõnnetusi analüüsid, et enamasti ei põhjustanud vigastusi ja surma mitte lennuki vastu maad kukkumine. Hoopis ohtlikumaks osutus inimese järgnev kokkupuude lennuki sisemusega.

Praegused turvavööd on keerukad seadmed, mis koosnevad mehaanilistest, elektrilistest ja isegi pürotehnilistest komponentidest. Moodne turvavöö kuulub väga olulise osana auto turvasüsteemi. Esimesena muutis turvavöö kohustuslikuks Austraalia Victoria osariik aastal 1970. USAs on turvavöö pruukimine seevastu siiani vabatahtlik. Mine tea, ehk on selles osaliselt süüdi ka rock'n'roll'i suurhittide hulka kuuluv Chuck Berry lugu „No Particular Place To Go”. Laulu minategelane ei suuda kuidagi avada oma tüdruksõbra turvavööd.

Väljast pehme, seest kõva

Autode turvameetmed võib lüüa kahte lehte. Aktiivturvalisus aitab avariid ära hoida, passiivturvalisus tagajärgi leevendada. Esimesse alaliiki kuuluvad mootor, vedrustus, pidurid, tuled ja elektroonilised abisüsteemid. Passiivturvalisus toetub kolmele vaalale: väline löögienergiat neelav tsoon, jäik karkass kabiini ümber ja kabiinisisesed turvaseadmed.

Ilmselt on iga autondusega kokku puutunud inimene kuulnud juttu, et praeguste autode kereplekk on nagu paber, aga Pobeda omale ei saanud kuvaldaga ka mõlki sisse. See on põhimõtteliselt õige, ent moodsad keredetailid pehmenavad kokkupõrget, vähendades avariiosalistele mõjuvat koormust. Jutt pole ainult autosolijatest. Praeguste turvanõuete järgi tuleb mootorikapott niiviisi konstrueerida, et kui auto sõidab jalakäijale otsa, ei tohi viimase pead tabada kapoti all olevad jäigad osad (nt mootor). Sõiduki kandmik konstrueeritakse erinevalt kerepaneelidest võimalikult jäigana. Löögienergia peab selle osade vahel jagunema ühtlaselt. Nii jääb kandmik suurema tõenäosusega terveks ning suudab kaitsta autosviibijaid.

Kabiinis olevate turvaseadmete hulk kasvab pidevalt ning lõppu pole näha. Turvavööle lisandusid kõigepealt inertsruullid, siis rihmapingutid ja pingepiirajad. Kõige moodsamad turvavööd oskavad avariid ennustada: anduritelt saadud signaalide põhjal tõmbavad nad reisija tugevamini istme ligi. Elu autokabiinis muutus hüppeliselt ohutumaks pärast turvapatjade kasutuselevõttu. Esialgu arendati neid kui turvavöö aseainet. Hiljem selgus, et parima efekti annab vööde ja patjade kombinatsioon. Kõige täiuslikumad turvasüsteemid sisaldavad juba tosin turvapatja ja see arv aina kasvab. Kaks värskemad uudist on pärit Toyotalt ja mõlemad kaitsevad tagaistujaid: üks leevendab tagant otsasõidu mõjusid, teine hoiab tagaistujaid omavahel kokku põrkamast.

Väga tähtis osa passiivohutuses on istmetel. Seda märgati juba lennuohutusuuringutel: inimest ei saa kaitsta, kui ta kabiinis kontrollimatult ringi põrkleb. Sestap ehitataksegi istmed äärmiselt tugevad. Istme osaks olev aktiivpeatugi aitab ära hoida kaelavigastusi. Selle tööpõhimõte on

naeruväärselt lihtne: kui istuja keha surub tugevamalt seljatoele (nt tagant otsasõidu korral), kallutab sellest tekkiv jõud peatuge ettepoole ega lase istuja peal tahapoole liikuda.

Kaitse ennast ise, siis kaitseb sind ka auto

Rakkese pandud tehnikast hoolimata ei vaevu üllatavalt paljud inimesed end turvavööga kinnitama. Üks löövamaid argumente on, et linnasõidu väikeste kiiruste juures polegi turvavööd vaja. Tegelik seis on täpselt vastupidine. Suuremalt kiiruselt toimuva avari puhul võivad tekkida nii suured jõud, et rihmad ei suuda enam inimest kinni hoida. Väikesel kiirusel töötab turvavöö palju tõhusamalt. Ei maksa loota, et ehk õnnestub end väikese kõksu puhul ise paigal hoida. Seda näitab ilmekalt meiegi autonäitustel demonstreeritud stend, kus iga soovija saab proovida 7 km/h pealt toimuva kokkupõrke mõju. Hoolimata jalakäija kiirusest on järsu peatumisega kaasnev löök uskumatu tugevusega. Turvavöö eirajate teine lemmikettekääne on, et turvavöö võib olla ohtlik. Turvavöö võib selle kandjat vigastada või tema isegi tappa, eriti õnnetustes, mis juhtuvad suurte kiirustel, kus saatuslikuks saavad sisemised vigastused. Ent palju sagedamini päästab turvavöö oma kasutaja. Selles veendumiseks piisab traagiliste tagajärgedega avarisiid käsitlevate leheudiste lugemisest. Kuidas saab aga juhtuda, et maailma turvalisemate hulka kuuluv auto ei suuda avariis oma reisijaid kaitsta? Isegi siis, kui nad olid turvavööga kinnitatud ja turvapadjad avanesid. Kas autotootja valetas või jagas EuroNCAP tärne kergekäeliselt?

Probleem on selles, et iga avari on isemoodi. Turvalisuse hindamiseks tuleb seetõttu kasutada standardiseeritud protseduure. Tulemused võimaldavad autosid omavahel võrrelda, kuid ei anna täit pilti nende käitumisest tegelikus avariis. EuroNCAPi jagatavaid tärne võib vaadelda kui üht auto tehnilist omadust, täpselt nagu keskmist kütusekulu. Sedagi mõõdetakse laboristendis rangelt määratud tingimustel. Tegelikus elus ei pruugi seda saavutada, kuid auto üldise säästlikkuse määramiseks sobib see hästi.

Niisiis ei maksa end lasta uinutada viiest tärnist ja hiilgavatest võrdlustest. Need ei garanteeri midagi. Kui kaks sõiduautot maanteekiirusel laupkokkupõrkesse satuvad, on tagajärjed puhas juhus. Tõenäosus avariis viga või surma saada on viietärnilises autos aga kindlasti väiksem kui kolmetärnilises. [22].

MIS VÕIB JUHTUDA, KUI TURVAVÖÖ EI OLE KINNITATUD?

Meil Eestis väidetakse, et kui kõik sõitjad kasutanuks alati turvavööd, olnuks meil hukkunute arv poole väiksem.



Joonis 29. 0,51 lahtine veepudel lendab äkkpidurduse korral autos edasi endisel kiirusel.

Liiklusseaduse järgi tohib väikest last autos sõidutada ainult siis, kui ta on spetsiaalse turvaseadme abil nõuetekohaselt kinnitatud. Seega tuleb teatud vanuses lastele autos kasutada nende keha kaalule ja kasvule vastavat turvaseadet - turvatooli või turvahälli. Lapse turvatooli ei saa ega tohi ise teha, see tuleb osta. Lapse turvaseade peab vastama Euroopa Liidus kehtestatud nõuetele ning tootel peab olema vastav sertifikaat.

Turvahälli paigaldamise viise on kaks: selg sõidusuunas või näoga sõidusuunas. Imikuid soovitatakse sõidutada selg sõidusuunas, sest turvakatsetused on näidanud, et see on ohutum võrreldes näoga sõidusuunas istudes. Miks nii? Kõige ohutumad lapsele (just tema selgroole) on seljaga sõidusuunas olevad turvaseadmed. Väikese lapse pea on raske (moodustab umbes 30% kogu tema kehakaalust) ja lapse kael on nõrk. Kokkupõrke puhul rakendub lapse peale ja seljale suur jõud ning lapse kaelalülid ei pea sellele raskusele vastu. Isegi väikese raputuse või avarii tagajärjed võivad olla saatuslikud - laps võib saada suuri püsivaid vigastusi, mis võivad lõppeda isegi surma või halvatusesega.

Kui sõidutada last seljaga sõidusuunas ja toimub kokkupõrge, siis saavad lapse pea ja kael suurema toe, sest löögi jõud jaguneb kogu lapse kehapinnale. See tekitab lapsele vähem vigastusi. Kui imik paigutatakse turvatooliga esiistmele, selg sõidusuunas, tuleb esimene turvapadi ALATI

välja lülitada, et õnnetuse korral avanev padi ei paiskaks omakorda esiistme suunas nii, et imik jääb istme ja turvapadja vahele.

Kui imik kinnitatakse turvahälliga auto esiistmele näoga sõidusuunas, turvapadja mitte kunagi välja lülitada ei tohi, sest siis kaitseb turvapadi last esiaknasse ja armatuurlaua vastu paiskumast. Turvavarustuse valikul või siis hiljem sellest loobudes on oluline lapse pikkus, sest turvavöö on arvestatud täiskasvanud inimese keskmisele kasvule. Turvavöö kinnitamisel tuleb jälgida, et see tohi olla lõtv ega keerdu. Turvavöö ülemine diagonaalne rihm peab jooksuma üle rangлуу, puutumata kaela, ja mitte õlast allpool, et inimene ei libiseks kokkupõrkel turvavöö alt välja. Oluline on turvavöö õigel kõrgusel paiknemine, et vältida vigastusi kaelale. Enamustel sõidukitel saab rihmakõrgust ise reguleerida. Kindlasti ei tohi diagonaalne rihm paikneda kaenla alt.

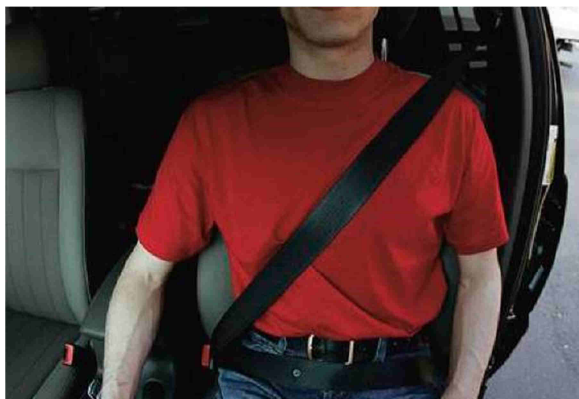
Lastel, kes enam eraldi turvatooli ei vaja ja täiskasvanud reisijatel peab turvavöö alumine rihm jooksuma võimalikult puusaliigese lähedalt, mitte üle kõhu. Peale turvavöö kinnitamist tuleb pinguta üle puusade ja rinna jooksvat rihma, et see oleks võimalikult keha lähedal.

Turvavööd peetakse geniaalseks leiutiseks: see on lihtne ja efektiivne kaitsevahend. Katsetustega on kindlaks tehtud, et turvavöö garanteerib autosolijale elu, kui auto sõidab vastu takistust kiirusega kuni 47 km/h. Euroopa Liidus tahetakse seda ellujäämise piiri tõsta kuni 62 kilomeetri tunnis.[23]

Ohutust liiklemisest ja liiklusohutusest loe lisaks ning vaata ka videoklippe internetiaadressilt: www.liikluskasvatus.ee

TÖÖLEHT 16. TURVAVÖÖ VIHKAJAD

Kas sa tead, mis on eelpingestiga turvavöö? ELR-retraktor (Tension-Reducing Emergency Locking Retractor, pinget vähendav inertstõkestiga rull) lukustub automaatselt, kui sõitja tõmbab rihma, et veenduda, kas see on töökorras, kuid piisavalt lõtv mugavaks istumiseks [24]. Eelpingestiga turvavöö tuleb alati enda jaoks parajaks reguleerida enne auto liikuma hakkamist, st ta tuleb pingestada ja siis



Joonis 30. Õigesti kinnitatud turvavöö

sulgeda. Kui auto juhtub järsku pidurdama, siis turvavöö „mäletab“ reisijat ning lukustub pinge järgi, mille reisija on enne seadnud, st venimine on viidud miinimumini. Õigesti kinnitatud turvavöö on joonisel 30.

Inimesi on igasuguseid ja öeldakse, et loll on see, kes vabandust ei leia. Millest tunda ära inimene, kes ei armasta turvavööd kinnitada? Selliseid inimesi on kahte sorti. Üks lihtsalt unustab turvavöö pärast autosse istumist kinnitada. Ta on alati viisakas ja õpetatud väljanägemisega. Teine tüüp on paadunud, ta ei sulge turvavööd pidevalt ja põhimõtteliselt, sest tal on välja kujunenud oma turvavöö vihkamise filosoofia.

Kui liikluspolitseinik sellise kodaniku kontrolli käigus tabab, kõlab järgmine selgitus: „Aga härra inspektor, ma sõitsin ainult 25 km/h!“ Inspektorit säärane selgitus loomulikult ei rõõmusta. Ta teab ja tunneb niisuguseid sõidukijuhte ning küsib: „Teie arvate, et kui te sõidate kiirusega 25 km/h, ei või teiega midagi juhtuda?“ Turvavöö vihkaja viipab üleolevalt käega esmalt oma tohututele musklikele ja seejärel põlastavalt kiirusemõõdikule: „Mis sellise jalakäijatempo juures ka juhtuda võiks?! Kui puu ootamatult tee keskele kasvaks, tõmbame ta kätega välja ja sõit läheb edasi, härra inspektor!“ Politseinik vastab: „Tugevad käed on teil tõepoolest, aga pea?“ Ükski viisakas politseinik ei ärritu liikluse rikkuja peale, vaid kirjutab talle rahulikult välja trahvikviitungi, mis peaks reeglitest kõrvale hiilijat loodetavasti korrale kutsuma.

Lahenda ülesanne.

Kui suure jõuga mõjutab turvavöövihkaja, kelle mass on 100 kg, auto armatuurilauda, kui ta sõidab kiirusega 25 km/h vastu puud ning turvavöö on kinnitamata?

Kas on võimalik, et ta pääseb sellest õnnetusest elusalt ja kriimustusteta, kui auto muljutakse sisse umbes 20 cm?

Vaata ka Teadusteatri KVARK poolt loodud põnevat katset “Turvavöö” õppevideona siit:

<https://www.youtube.com/watch?v=l5npdRvjY60>

VEEL KORD KIIRUSEST

Kas teadsid, et

- 20. septembril 1908 kinnitati esimene liiklusmäärus Liivimaal.

Uuri järele!

- Millal kehtestati praegune liiklusseadus?

Järgneva ülevaate koostas Raul Rom Eesti liiklusõnnetuste statistika ja European Road Safety Observatory materjalide põhjal [17].

Paljud juhid sõidavad kiiremini, kui piirkiirus ette näeb. Seda kinnitavad nii objektiivsed vaatlused kui ka juhtide ütlused enda kiirusekäitumise kohta. Lisaks sõidavad inimesed tihti ebasobiva kiirusega, sest kiiruse valikul ei võta nad piisavalt arvesse tegelikke tee- ja liiklusolusid. Kiiruse ületamiseks on mitmesuguseid põhjusi, mis võivad olla seotud nii ajutiste motiivide (nt ajanappus) kui ka püsivamate iseloomuomadustega (nt riskialdis käitumine) ning oma võimete ja nende piiride tajumisega, tee omadustega, liikluskeskkonnaga ning sõidukiga. Liiklusohutuse seisukohast võivad kiirustamisel olla aga tõsised tagajärjed.

Kiirus ja liiklusohutus

Kiirus on liiklusohutuse keskne probleem. Tegelikult mängib kiirus rolli kõigis liiklusõnnetustes - ilma kiiruseeta poleks ka õnnetusi. Erinevate riikide liiklusõnnetuste statistika põhjal peetakse kõigist õnnetustest umbes 10% puhul ja surmaga lõppenud õnnetustest umbes 30% puhul kiirust peamiseks õnnetuste põhjustajaks. Nii kiiruse ületamine (kehtestatud piirkiiruse ületamine) kui ka ebasobivalt valitud sõidukiirus (kiirus, mis ei vasta oludele) on olulised õnnetusi põhjustavad tegurid.

Kiiruse seos õnnetusse sattumise ohu ja raskusastmega

Liiklusohutuse kontekstis mõjutab kiirus õnnetusse sattumise ohtu ning õnnetuse raskusastet. Esiteks mõjutab kiirus õnnetusse sattumise ohtu. Suuremate kiiruste puhul on raskem õigel ajal reageerida ning õnnetust ära hoida. Aega kulub info töötlemisele, et otsustada, kas reageerida või mitte, ning lõpuks reageerimisele. Suure kiiruse korral on selle aja jooksul läbitud vahemaa pikem ning ka pidurdamise alustamise ja täieliku seismajäämise vahelisel ajal läbitud vahemaa pikem. Pidurdusvahemaa on proportsionaalne kiiruse ruuduga. Seega on kokkupõrke vältimise võimalus suuremate kiiruste puhul väiksem.

Teiseks mõjutab kiirus õnnetuse tagajärjel saadud vigastusi. Selgete füüsikaliste mõjude tõttu kasvab kiiruse suurenedes vigastuse raskusaste. Mida suurem on kokkupõrkekiirus, seda suurem on vabaneva energia hulk. Osa energiast neelab inimkeha, kuid see talub välist jõudu ainult teataval määral. Kui välise jõu hulk ületab vastavaid piirmäärasid, tekibki raske või surmaga lõppev vigastus. Niisiis tekitab suurem kiirus raskemaid vigastusi. See kehtib eelkõige väiksemates ja kergemates sõidukites liiklejate kohta, kes põrkavad kokku raskemate sõidukitega, ning vähe kaitstud liiklejate kohta (nagu jalakäijad ja jalgratturid), kes põrkavad kokku mootorsõidukitega.

Keskliste näitajate tasandil võib esile tuua järgmise seose: keskmise kiiruse kasv 1 km/h suurendab õnnetuste arvu kasvu 3%. Tegelikuses on see seos muidugi keerukam, sõltudes paljude muude tegurite hulgas piirkiiruse tasemest ja tee tüübist. Õnnetuse tõenäosust suurendavad ka suured sõidukiiruse erinevused. Suurem õnnetusse sattumise oht on juhtidel, kes sõidavad keskmisest juhist palju kiiremini; veel pole aga tõestatud, et sama kehtib aeglasemalt sõitvate juhtide kohta. Füüsikast tuntud kiiruse, teepikkuse ja aja vahelisest seosest. Siit on näha, et aeg ja kiirus on pöördvõrdelises seoses ehk sama teepikkuse korral kiiruse väärtuse kasvades aeg väheneb. Seega kiirus mõjutab sõidule kuluvat aega ehk suurem kiirus lüheneb sõiduaega. Järgnev tabel illustreerib, kui palju me siis tegelikult ajalisel kaotame, kui tunnikiirus on 5 km/h võrra väiksem algsest kiirusest kui teepikkus on 10 kilomeetrit.

Algne kiirus (km/h)	50	70	90	110	130
Tegelik kiirus (km/h)	45	65	85	105	125
„Hilinemine" (s)	80	40	24	16	11

Seega sõites kiiruse 50 km/h asemel kiirusega 45 km/h, läbime 10kilomeetrise teepikkuse vaid 1 minut ja 20 sekundit kauem. Sõites aga 90 km/h asemel kiirusega 85 km/h hilineme sihtkohta 10 km kaugusel asuvasse sihtkohta kõigest 24 sekundit!

TÖÖLEHT 17. JÕUDUDE GRAAFILINE KUJUTAMINE

Tuleta meelde!

- Mida iseloomustab jõud?
- Mis jõuliigid on looduses olemas? Nimeta need.
- Mida tähendab lause „Et keha liikumisolekut muuta, on teda vaja mõjutada mingi jõuga“?
- Mille poolest on erinevad ja sarnased toereaktsioon, elastsusjõud ja üleslükkejõud?

Jõudu saab joonisel kujutada suunatud sirglõiguna ehk noolena. Mida suurem jõud mõjub, seda pikema joone võib teha.

Täienda jooniseid!

Kujuta joonisel kehale mõjuvad jõud. Nimeta need jõud ja pööra tähelepanu nende pikkuste kujutamisele.



Joonis 31. Vees hõljuv jäätükk.



Joonis 32. Sõitev auto.

Lahenda ülesanne ja vasta küsimustele.

Auto AUDI S4 tühimass on 1685 kg ja täismass 2235 kg. Auto omanik ostis igaks juhaks puksiirtrossi, mille pakendile oli kirjutatud: „Puksiirtross 2100 kg, veniv (veniv puksiirtross venib 1,5 m kuni 4 m-ni). Veotugevus max 2100 kg. Komplektis kaasas hoiatuslipp.”

- Arvuta, kui suur on mõlemal juhul raskusjõud, millega auto mõjutab maapinda.
- Kas ja mis tingimustel võib autojuht seda trossi pukseerimisel kasutada? Põhjenda vastust!
- Arvuta puksiirtrossi jäikus, kasutades Hooke'i seadust.
- Tee joonis ning kujuta sellel trossis ja trossile mõjuvad jõud.
- Miks peab järelhaagist kasutades kinni pidama sõiduki registreerimistunnistusse kirjutatust haagise valikul?
- Teatavasti võib ka jalgrattale lisada nn järelhaagise, milles tohib sõidutada lapsi. Uuri järele, mis tingimustele peab sel juhul vastama haagis, mis lisavarustust peavad väikelapsed selles kandma ning mitut last võib korraga sellises haagises sõidutada.

TÖÖLEHT 18. KIIRUSE, KIIRENDUSE JA TEEPIKKUSE GRAAFIKUD

Tuleta meelde!

- Kirjuta seos, mis iseloomustab ühtlast sirgjoonelist liikumist.
- Kirjuta seos, mis kirjeldab teepikkuse, algkiiruse ja kiirenduse vahelist seost.
- Kirjuta kiirenduse definitsiooni valem?
- Millal on kiirenduse väärtus negatiivne?
- Mis on liikumisvõrrand, kiirusevõrrand?

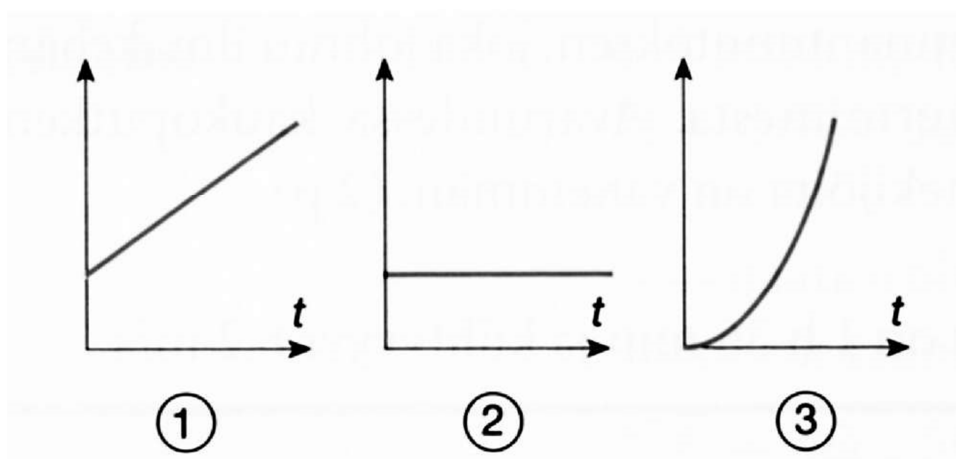
Vasta küsimustele ja lahenda ülesanded.

1. Auto spidomeetri skaala on alati ainult positiivne, ka siis, kui auto sõidab tagurpidi. Kuidas on siis võimalik iseloomustada keha liikumist sellise võrrandiga?

2. Tee ääres seisev politseinik jälgib liiklust. Milline järgnevatest graafikutest kirjeldab:

- teel kihutava auto asukohta ja kiirust;
- politseiniku asukohta;
- kiirusemõõtja edastatud raadiolaine levimise kiirust.

Märgi kõigil graafikutel verikaalteljele selle nimetus.



3. Auto ja jalgrattur liiguvad teineteisele vastu. Auto kiirus on 26,1 m/s ja jalgratta spidomeeter näitab kiiruseks 4,2 m/s. Vaatlusaja alghetkel on auto ja jalgratturi vaheline kaugus 250 m. Kirjuta välja mõlema liikleja liikumisvõrrandid.

- Kujuta mõlema liikleja liikumist samal liikumisgraafikul eeldusel, et auto asukoht ajal $t = 0$ ühtib koordinaatide alguspunktiga.
- Leia graafiliselt ja analüütiliselt:
 - A. Kohtumise aeg ja koht
 - B. Auto ja jalgratturi vaheline kaugus 5 sekundi pärast
 - C. Kumb läbib varem 100 m ja mitme sekundi võrra?
 - D. Kus asub auto ajal, mil jalgrattur saabub punkti, mille koordinaat on 225m?
 - E. Millal läbis jalgrattur punkti, milles auto oli 7,5 sekundi pärast?
 - F. Mis ajal on liiklejate vaheline kaugus 125 m?
 - G. Mis punkti läbis auto 12,5 sekundit enne jalgratturit?

Koosta ise ülesanne ja anna see lahendada oma pinginaabrile.

Ülesande tingimus on, et autojuht, märgates jalgratturit endast 250 m kaugusel, aeglustab liikumist 26,1 m/s-lt 70 kilomeetrini tunnis 150 m vältel. Jalgrattur jätkab liikumist ühtlaselt eelmises ülesandes kirjeldatud kiiruse järgi.

MIS ON ÜHIST SEEPIAL JA RAKETTAUTOL EHK LIIKUMISHULK JA SELLE JÄÄVUS

„Kuid Muhv jäi vähemalt väliselt täiesti rahulikuks ja kõneles: „Auto peatus äärmiselt äkki, kas pole tõsi? Hiir aga veeres edasi, sest temal ju pidurid puuduvad. Mida me võime siit järeldada? Ei midagi muud kui seda, et su armastatud hiir on praegu meie auto all peidus.“ [15]



Joonis 33. Auto peatub, ent hiir veereb edasi...

Kas teadsid, et ...

Seepia ja enamik peajalgseid liigub vees järgmisel viisil: Nad tõmbavad vett külgedel olevatesse lõpusepiludesse ja keha esiosas paiknevasse erilisse lehrtrisse, seejärel aga purskavad veejoa läbi mainitud lehtri jõuliselt välja; vastumõju seaduse põhjal saavad nad seejuures küllaldase tõuke tahapoole, et liikuda üsna kiiresti, keha tagumine osa ees. Seepia (joonis 34) võib muide oma lehtri toru suunata kas külje peale või tahapoole ning sellest hooga vett välja pursates liikuda mis tahes suunas. [27] Seda liikumisviisi, mida peale seepia kasutavad paljud teisedki veeloomad ning putukate vastsed, nimetatakse reaktiivliikumiseks.



Joonis 34. Seepia kasutab reaktiivliikumist



Joonis 35. Reaktiivmootor

Ilmselt loodusest innustust saades leiutas Heron Aleksandriast (arvatavasti 1. sajandil) reaktiivturbiini kauge eellase, millest oleks juba tol ajal võinud kujuneda tõhus primaarne

jõumasin. Heroni aurukera töötas reaktiivliikumise põhimõttel, mida sajandeid hiljem kasutas Ameerika insener Robert Fulton, kui ehitas 1807. aastal esimese auru jõul töötava ratasauriku. Heroni aurukera tööpõhimõte oli järgmine: „Aur liikus katlast toru mööda horisontaalsele teljele kinnitatud kerasse; pärast seda voolas ta põlvkujuliselt painutatud torusid pidi välja ja pani need vastassuunas liikuma, nii et kera hakkas pöörlema"[27]

Esimese aurujõul ning reaktiivliikumise rakendusena töötava auto idee on antud mõju ja vastumõju seaduse autorile Isaac Newtonile. Projekti kohaselt pidi ratastele paigutatud katlast paiskuma aur välja ühes suunas ning katel ise selle tagasilöögi mõjul veerema vastassuunas, nagu liigub seepia.

Kas teadsid, et ...

Rakettautot katsetati esimest korda 23. juunil 1928. aastal Saksamaal Burgwedelis. Auto nimi oli Sander Rak 3 ja see kuulus OPELi kontsernile. Auto pandi liikuma 10 raketiga, milles oli ligi 2750 kg lõhkeainet. Auto esiotsa olid monteeritud selle peatamiseks kaks raketti, mida pidi peatamiseks tulistatama vastupidises suunas auto liikumisele. Planeeritud teepikkus, millele auto pidi katse ajal läbima, oli 2000 meetrit.

2,9 sekundit pärast starti mõõdeti esimese rakettauto kiiruseks 62 km/h. Juba 7,3 sekundil läbiti 250 meetri tähis kiirusel 190 km/h. 500 meetri pärast oli kiirus kasvanud juba 246 km/h-ni. See oli siinidel liikuvate sõidukite tolleaegne maailmarekord. Pärast õnnestunud esimest katsetust algasid kohe teise katsetuse ettevalmistused. Soov oli ületada 328 km/h piir. Sander Rak 3 laeti 30 raketiga, mis sisaldasid kokku 9750 kg lõhkeainet, 8 raketti pidid lõhkema korraga. Autorid otsustasid teha ka loomkatse ning spetsiaalsesse kohvrissi pandi kass. Kahjuks ei liikunudki auto paigast liikumise mõttes, küll liikusid aga õhus peagi auto väikesed tükikesed ehk teisisõnu auto plahvatas ja surmas ka õnnetu kassikese.

Seepia, Newtoni I auruauto, rakettauto ja ka selle plahvatamisel liikunud osakesed liikusid, kasutades liikumishulga muutumise jäävuse seadust ehk impulsi jäävuse seadust.

Mis on liikumishulk ja kuidas seda tähistatakse? Mis on impulsi jäävuse seadus ning millised on tema rakendused looduses ja tehnikas?

Liikumishulk on liikumist iseloomustav suurus või ka liikumise mõõt. Liikumishulgaks nimetatakse keha massi ja tema kiiruse korrutist. Liikumishulga tähiseks kasutatakse tähte p ja

arvutamiseks seost $p = m \cdot v$;

liikumishulga ühik on $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$.

Mida suurem on keha liikumisekiirus, seda suurem on selle keha liikumishulk. Kuna liikumishulk on võrdelises sõltuvuses massi ja kiirusega, siis on kehal suur liikumishulk ka juhul, kui tema kiirus on väike, kuid mass on suur. Näiteks kui mopeed ja veoauto sõidavad kõrvuti ning nende kiirused on võrdsed, siis on veoautol suurem liikumishulk, kuna tema mass on suurem kui mopeedil.

Kui muutub keha liikumise kiirus või mingil põhjusel muutub sama keha mass, siis öeldakse, et muutub keha liikumisolek. Liikumishulga muutust nimetatakse füüsikas impulsiks. Liikumishulga muutuse jäävuse seadus ehk impulsi jäävuse seadus on üks põhiline loodusseadus. Selle üks rakendusi on ka reaktiivliikumine.

Mida tähendab, et liikumishulk on jääv. Täpsustan, et liikumishulk on jääv vaadeldava kehade süsteemi korral. Et seda paremini mõista, toon näite autode laupkokkupõrke kohta. Olgu meil auto, mis liigub kiirusega 90 km/h Tallinnast Pärnu poole. Auto mass on 1,3 tonni. Pärnust Tallinna poole liigub sama kiirusega kaubik, mille mass on 2700 kg. Kui juhtub sirgel teelõigul laupkokkupõrge ja Pärnu poolt tulnud auto peatub kokkupõrke tagajärjel, siis milline on Tallinnast tuleva auto kiirus vahetult pärast kokkupõrget?

Esimese keha algne liikumishulk on sel juhul $p_{01} = m_1 \cdot v_{01} = 25 \cdot 1300 = 32500 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$

Teise keha algne liikumishulk on aga $p_{02} = m_2 \cdot v_{02} = 25 \cdot 2700 = 67500 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$

Impulsi jäävuse seaduse kohaselt. $p_{01} + p_{02} = p_{11} + p_{12}$ Kuna autod liiguvad teineteisele vastupidises suunas,

siis on summaarne algne liikumishulk $p_{01} - p_{02} = 32500 - 67500 = -35000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$

Pärast kokkupõrget on teise auto kiirus 5 m/s samas suunas, mis enne kokkupõrget.

Tema liikumishulk on seega $p_{12} = m_2 \cdot v_{12} \Rightarrow p_{12} = 2700 \cdot (-5) = -13500 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$

Esimese auto liikumishulk on järelikult

$$p_{11} = p_{01} - p_{02} + p_{12} \Rightarrow p_{12} = -35000 + 13500 = -21500 \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}}$$

Leiame nüüd Tallinna poolt sõitnud auto kiiruse vahetult pärast põrget:

$$m_1 v_{11} = -21500 \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow v_{11} = \frac{21500}{1300} = -16,58 \frac{\text{m}}{\text{s}} = -59,69 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Vastusest on näha, et kokkupõrke tagajärjel paiskub auto tulnud teed tagasi kiirusega peaaegu 60 km/h. Selles seisnebki impulsi jäävuse seadus, et liikumishulkade summa enne vastastikmõju peab olema võrdne liikumishulkade summaga pärast vastastikmõju. Selle seadusega puutume kokku, kui uurime, miks püssist lastes püss tagasi lööb, miks suurel kiirusel liikuv väike kivike võib lõhkuda auto esiklaasi, miks kaitseb mootor- või jalgratturi pead kiiver, miks laupkokkupõrkel on alati raskemad tagajärjed kui tagant otsasõidul ning miks jalakäija või jalgrattur saab kokkupõrkes mootorsõidukiga alati rohkem viga kui sõiduvahend.

TÖÖLEHT 19. LIIKUMISHULK JA IMPULSS

Tuleta meelde!

- Mida tähendab liikumishulk ja kuidas seda arvutatakse?
- Nimeta impulsi jäävuse seadus ja too selle rakenduse kohta näiteid.

TEEME KATSE JA UURIME REAKTIIVLIIKUMIST NING IMPULSSI.

Töövahendid: kolm õhupalli, teip, kolm joogikõrt, 3-5 m nööri, vähemalt kaks klassikaaslast; 5-7 ühesugust münti.

Töö käik

1. Tõmba nöör läbi joogikõrte ning palu klassikaaslastel see võimalikult pingule tõmmata. Palu klassikaaslasel õhupall täis puhuda ning kinnitage see koos joogikõrre külge (üks sulgeb sõrmedega palli ava ja teine kleebib samal ajal palli kõrre külge). Kui õhupalli ots lahti lasta, hakkab õhupall nööril liikuma. Kirjelda palli liikumist. Miks pall liigub?
2. Kinnita nöörile kaks õhupalli teineteisest umbes meetri kaugusele. Proovige õhupallid võimalikult võrdselt täis puhuda. Märki mõlema palli asukohad nööril. Üks pallidest sulge nööriga, teine käega. Vabasta palli ots. Kirjelda, mis juhtub. Põhjenda oma vastust.
3. Korda katset, kuid nüüd kinnita teisele pallile, mille ots on suletud, lisaraskus teibiga. Miks liigub teine pall vähem kui eelmises katses?
4. Proovi leida pallidele selline vahekaugus, et pärast liikumist esimene pall peatub, andes kogu oma liikumishulga üle teisele pallile.

Vasta küsimustele.

- Mis sa arvad, milline on mõlema õhupalli algne liikumisolek ja miks?
- Parun von Münchhausen jutustas endast järgmise loo: „Ma võtsin hoogu, et hüpata üle soomülka. Hüppe ajal tundus mulle aga, et hoogu jäi väheseks ja et ma ei jõua üle mülka. Otsekohe pöördusin ma õhus ringi ja maandusin endisele kohale.“ Kas see on võimalik? Põhjenda vastust.

TEEME KATSE JA UURIME IMPULSI JÄÄVUST.

1. Aseta lauale seitse ühekroonist münti ühte ritta, nii et müntide servad omavahel kokku puutuvad. Eemalda üks münt teistest ja anna talle nips või tõuka teda pliatsiga müntide rea poole. Miks nihkub paigast ainult reas olev viimane münt?
2. Proovi veel, kuid kasuta nüüd erineva massiga münte. Nipp: et mündid paigal püsiksid, võid valmistada paberist renni.

Lahenda ülesanded.

1. Olgu mopeedi mass koos juhiga on 120 kg ning veoauto mass koos koorma ja juhiga 2,5 tonni. Veoauto kiirus on 50 km/h. Arvuta, kui kiiresti peaks sõitma mopeed, et mõlemal sõidukil oleks võrdne liikumishulk.

2. Auto, mille mass on 1,6 tonni, liigub kiirusega 45 km/h. Otsustanud sooritada ristmikul parempöörde, aeglustab juht auto kiirust 10 km/h-ni. Samal hetkel ei pane tagant läheneva kaubiku (mass 2,5 tonni) juht eesliikunud auto manöövrit tähele ning pörutab talle tagant sisse. Mis on autode kiirus vahetult pärast kokkupõrget? Kui autod liiguvad koos 8 meetrit, siis mis aja pärast nad peatuvad. Jätame hõõrdejõud arvestamata. Joonista õnnetuse skeem.

KAS OLED NÕUS KANDMA 40 KOOLIKOTTI ÜHEKORRAGA?

Üks tuttav rääkis, et tema laps istub aeg-ajalt - just siis, kui hommikul on kiiresti vaja kooli-tööle jõuda - ranitsaga autosse ning kinnitab seejärel korralikult turvavöö. Kas nii on õige? Kas see võib olla ohtlik?

Jah, see on väga ohtlik, olgugi et kott on tugevasti lapse selja ja istme vahel ning kõik on kinnitatud turvavööga. Et asi selge oleks, kirjeldan katset, mis tehti nukuga, mille selga oli kinnitatud ranits; nukk ise paigutati tagaistmele ning kinnitati nõuetekohaselt turvavööga. Aegluubis võis näha, mis juhtus nii lapse kui ka ranitsaga, kui autojuhil tuli ootamatult pidurdada kiirusel 64 km/h. Ligi 5 kilogrammi kaaluv koolikott omandas liikumise suunalise jõu tõttu massiks umbes 200 kg, st koti mass suurenes ligi 40 korda. See raskus surus aga last-nukku veelgi ettepoole, samas takistas edasist liikumist turvavöö ning laps-nukk jäi kahe tugeva (nagu betoonbloki) vahele. Nii tugev löök selles katses põhjustas nukul rinnakorvi ja ribide raskeid vigastusi.

Kuna selga kinnitatud ranitsa tõttu istub laps eespool ega toetu korralikult auto istmele, siis juhul, kui löök tuleb küljelt või rullub auto üle katuse, kaotavad külgmised turvavahendid autos oma kaitsvad omadused.

Vaevalt oled nõus kandma oma seljas korraka ligi 40 koolikotti. Jälgi alati hoolega, et ka sinu õed-vennad oma koolikotid autosse või ühissõidukisse sisenedes alati seljast võtaksid. Kuhu siis ranits panna? Kõige mõistlikum on panna see autos põrandale istmete vahele või mis veelgi parem - taha pakiruumi. Ühissõidukisse sisenedes tuleb kott alati kätte võtta, nii on viisakas ja ka ohutum.

JÕUD LOODUSES JA LIIKLUSES

Kas teadsid, et ...

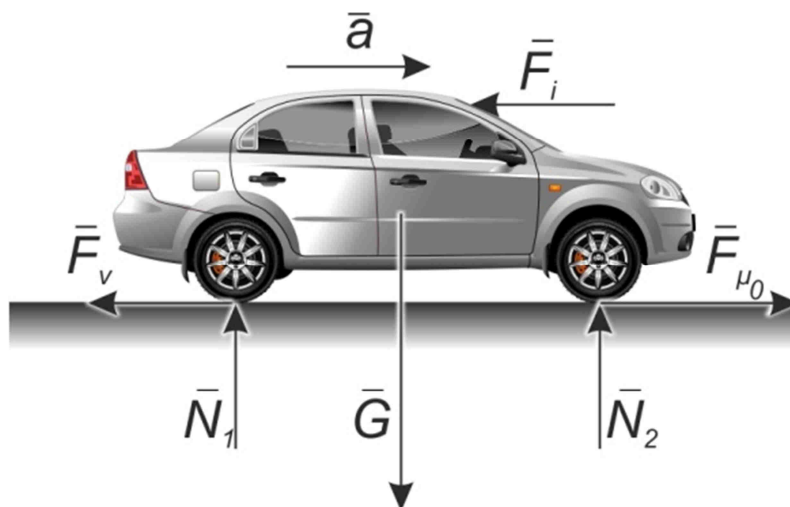
- õhkrehvid leiutas 1845. aastal šoti insener Robert William Thomson.

„On kindlaks tehtud, et kui asfaldil on 3 mm paksune veekiht, peavad sõiduauto rattad linnakiirusega sõites asfaldilt eemale tõrjuma neli ja pool liitrit vett sekundis. Kui kiirus on näiteks 100 kilomeetrit tunnis, peavad sõiduauto rattad asfaldilt kõrvale lükkama 30 liitrit vett sekundis! Kui ratas ei suuda seda teha, tõuseb ta vee pinnale ja tekib vesiliug. Kui kõik neli ratast on veekiilul, on seis sama mis kiilasjääl ning auto ei ole juhitav. Norm on, et suverehvi protektori muster ei tohi olla madalam kui 1,6 millimeetrit, kuid nagu väidavad soomlased, ei tohiks veekiilu vältimiseks mustri sügavus olla mitte vähem kui 4 millimeetrit. Tõsi, otse, sirgel teel sõites, vesiliu algust alati ei tunneta. Ja otse sõites pole ka käegakatsutavat ohtu. Et auto pole juhitav, selgub sõidusuuna muutmisel. Ja siis on ainult üks tee veekiilu vältimiseks - väiksem kiirus!" [23]

Miks on juba 100km/h ohtlik kiirus? Kui samal teel kiirusega 100 km/h ootamatult vihma kätte, siis võib juhtimisega olla raskusi. Auto kineetiline energia, mida rehvid peavad suutma teel hoida, väheneb võrdeliselt kiiruse ruuduga. Seega peaks kiirus vähenema umbes $\sqrt{2} = 1.41$ korda. Sügisese ja varakevadise musta jääga kaetud teekattel on ka kiirus 90 km/h liiga suur. Juhi jaoks määrab libeduse mitte füüsikaline mõiste, vaid juhi võime oma sõidukiiruse juures ohutult liigelda. Märja lumega ei ole teekate mitte ainult libe, vaid ka „raske”. Jälgi sisseajavate esiratate veeretakistus suureneb oluliselt, sest nad peavad pidevalt lumevallile „peale sõitma. Talvisel ajal on libedaks sõidetud ühissõidukipeatused, ristmikeesised, peale- ja mahasõidud peateedele. Oma liikumishoo vähendamisel on otstarbekas kasutada sissesõidetud jälgede kõrval asuvat lumist, aga karedamat pinnast." [4]

Nagu eespool kirjutatust selgus, on peamine jõud, mida liikluses tuleb arvestada, hõõrdejõud $F_h = \mu \cdot m \cdot g$, mida autonduses nimetatakse ka haardejõuks. Täpsemalt väljendudes sõltub haardejõud otseselt ratta survest teele ehk ratta koormusest ja katseliselt kindlaks määratud haardetegurist. Haardetegur omakorda sõltub rehvi konstruktsioonist (diagonaal- või radiaalrehv), turvise muustrist, kummi materjalist. Hõõrdejõuga seoses kasutame lihtsalt hõõrdetegurit, mis iseloomustab omavahel kokkupuutuvaid pindasid (nt rehvi kumm ja teekatte asfalt). Nii on lihtsam. Sõiduvahendi liikumisel tuleb hõõrdejõu korral aga arvestada kõiki selle alaliike (seisu, veeremist, liuge). Loomulikult mõjub igale liiklusvahendile ja liiklejale raskusjõud $F_r = m \cdot g$

ning toereaktsioon N , mis oma suunalt on vastupidine raskusjõule, kuid absoluutväärtuselt sellega võrdne (vt joonis 36).



Joonis 36. Maanteel liikuvale autole mõjuvad jõud.

Et liiklejad saaksid liikuda, on vaja teha tööd. Jalakäija peab end liigutama, st muutma oma liikumisolekut teatud aja vältel, auto mootor kulutab teatud koguse kütust, suurendades või aeglustades seejuures sõiduki liikumist. Et liikumisolekut muuta, tuleb rakendada jõudu. Seda jõudu, mille rakendamise suunas auto liigub, nimetatakse veojõuks ning see on Newtoni II seadust kirjeldava seose abil $F = m \cdot a$. Kui muutub keha kiirus, siis muutub ka tema kineetiline energia. Kui muutub energia, siis ikka tehtud töö arvel.

On selge, et auto mootor teeb palju rohkem tööd, kui kulub auto enda liigutamiseks teatud teepikkuse võrra. See tähendab, et kulutatud kütusest läheb osa (ja mitte väike!) justkui kaduma. Tegelikult kulub suur osa kütusest mootoris endas tekkivate hõõrdumiste ületamiseks, osa läheb soojuseks, osa võllide, kolbide jmt käitamiseks jne. Nii lähebki ainult väike osa otse ratastele ja paneb auto liikuma. Kurvides liikumist tutvustades rääkisime kesktõuke- ja kesktõmbejõust, mis aitavad liiklusvahendil teel püsida ja liikumiseks vajalikku kiirust säilitada.

Kuhu jääb aga elastsusjõud? Esimestel liiklusvahenditel (hobuvankritel jalgratastel) kasutati rattana puidust ketast. Säärase vahendiga sõites tunnetas tagumik iga auku ja muhku, mis teele ette jäi. Kui leiutati kumm ja avastati tema elastsed omadused ning õpiti neid koos õhuga kasutama amortisaatorina, siis muutus liiklemine mugavamaks ja hulga meeldivamaks. Lapsepõlvest mäletab oma esimest jalgratast vist igauks, aga kas ka seda, milline oli selle ratta kumm, kas täispumbatav või mitte. Enamasti valmistatakse lapsevankrid ja väikeste laste jalgrattad nn täiskummist rehvidega. On selge, et täiskumm ei ole nii elastne kui õhuga täidetud

rehv. Umbes 30 aastat tagasi ei osanud autoomanikud unistadagi sellest, et autole ei peaks veljele asetama rehvi mantli alla sisekummi. Tänapäeval on vastupidi - rehvi sisekumm on muutunud haruldaseks. Hobukaarikutelt ülevõetud vedrustus on autodel säilinud peaaegu muutumatusena - ees ja taga on lehtvedrud ning spiraalvedrud. Nende pidev täiustamine ja tehnoloogiate arendamine on suurendanud sõidumugavust. Autoinsenerid lisasid auto elastsemaks muutmiseks õli- või õhk- (kolbsilinder)- amortisaatorid. Ka jalgrattatööstus hakkas nendega jalgrattaid täiustama. Esiratta hargi küljes olevad amortisaatorid vähendavad lööke randmetele ja ülakehale ning istmiku all olev pörotusi selgroole. Elastsusjõudu saab arvutada selle järgi, kui palju mõnda vedrut või nn amorti kokku surutakse, järgmise seose abil: $F_e = -k \cdot \Delta x$, kus k on vedru jäikus (N/m).

Autosid disainides pööratakse väga suurt tähelepanu võimalikult väikese õhutakistuse saavutamiseks. Mida suurem on õhutakistus, seda rohkem kulutab auto kütust, et edasi liikuda. Samas teavad kõik autospordisõbrad, et vormelitel on nn tiivad. Samuti paigaldavad autoomanikud oma autole (küll katusele ja taha pakiruumi luugile) spoilerid. Noorte autohuviliste seas on populaarsed kõikvõimalikud lisadetailid, mis auto madalamaks ja voolujoonelisemaks muudavad. Kuidas need kaunistused siis voolujoonelisust mõjutavad? Et seda mõista, tuleb uurida Bernoulli seadust. Õhk on selline gaas, millega me kõik nii harjunud oleme. Kui sõidame ka kõige tuulevaiksema ilmaga kiiresti autoga ja avame akna, siseneb sealt meeldivalt jahutav tuuleke. Alati on tuult, kui purjekas merel liigub. Jalgrattaga sõites on alati tuult ka siis, kui teame, et tuul oli tagant; sõites on ta aga alati vastu. Seega on õhu takistav jõud võrdne suhtelise kiiruse ruuduga.

TÖÖLEHT 20. JÕUD LIIKLUSES

Loe läbi teema „Jõud looduses ja liikluses“ ning tuleta meelde!

- Mõisteid ja seoseid teemast „Jõud looduses“.
- Kiiruse ning kiirendusega mõisteid ja seoseid.

Lahenda ülesanded.

1. Auto esivedru jäikus on 35 kN/m. Kui palju lüheneb vedru, kui auto on maksimaalselt koormatud, sh katuseboksi ja täistangitud kütusepaagiga. Auto tühimag on 1373 kg, lubatud katuse koormus 80 kg, kütusepaagi maht on 53 liitrit (diiselmootor) ning auto lubatud kogumass on 1730 kg.

2. Kui suur veeretakistusjõud mõjub kruusakattega teel mootorrattale, mille mass on 200 kg. Mitu korda erineb see jõud liugehõõrdejõust kuival asfaldil? Mitmekordne on erinevus võrreldes seisuhõõrdejõuga?

3. Auto täismass on 1680 kg. Vali tabelist hõõrdetegurite väärtused ja arvuta liikumist takistav jõud erinevate hõõrdetegurite korral. Kujuta saadud andmed oma valitud diagrammil.

4. Kui pikaks teeks jätkub kaubikul 65 liitrist biodiislist, kui kaubiku mass on 2,8 tonni? Hõõrdejõu ja auto kaalu suhe on 0,3 ning tee on kaetud kinnisõidetud lumega. Mootori kasutegur on 20%.
5. Jalgrattur liigub kiirusega 20 km/h pärituult, mille kiirus Maa suhtes on 5 m/s. Mitu korda suureneb õhutakistus, kui jalgrattur liigub sama kiirusega vastutuult?

PEATUMISTEEKOND JA SELLE ARVUTAMINE

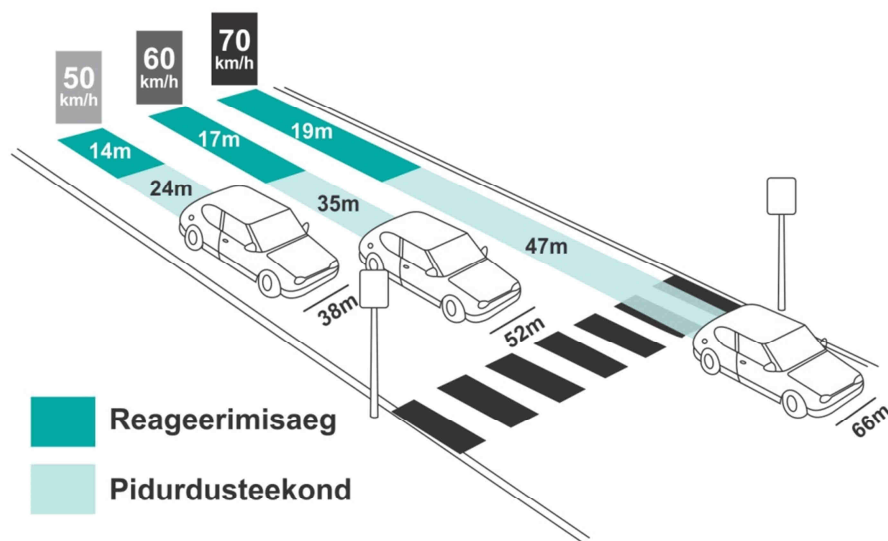
Eesti Kohtuekspertiisi Instituudi liiklusosakonna kohtuekspert Urmas Lõiv on öelnud: „Sõiduki pidurdusteed ja teelpüsimine sõltub arusaadavalt paljudest asjaoludest, millest põhilised on sõiduki liikumiskiirus ja teekatte poolt pakutav sidestus. Rehvid ei ole paraku levinud väärarusaamade kohaselt esmatähtsad. Rehvide puhul taolisi suhteliselt üheseid seoseid, nagu teekattest tulenev sidestus, välja tuua ei ole võimalik. See, et rehvi sügavusel on iga millimeeter oluline, on ilmselge liialdus. Oluline on, et oleks tagatud märja tee korral minimaalne nõutav sügavus, et vältida vesiliu teket. Praktikas liiklusõnnetuste mehhanismi analüüsil arvestatakse igat konkreetset olukorda eraldi.”

Pidurdamisest ja piduritest oli eespool juba juttu, seetõttu räägime peatumisteedest ja neist füüsikalistest suurustest, millest see sõltub, ning kuidas seda arvutada.

Esmalt tuleb kõigile liiklejatele meelde tuletada, et silmapilkselt ei saa peatada ühtki liikuvat sõiduvahendit. Kõigepealt kulub teatud aeg ohu märkamisest (nt jalgratturi) jala või käe piduripedaali või kangini viimisele. Kui need sekundikümnendikud on möödunud, on auto veel edasi liikunud. Nüüd algab alles pidurdumine. See, kui kaua ja millise teepikkuse läbib sõiduk kuni täieliku peatumiseni, sõltub mitmest asjaolust, millele viitas ka Urmas Lõiv, tuues esile kaks peamist: teekatte pakutav sidestus ja sõiduki liikumise kiirus.

Paraku kipuvad just jalakäijad seda tõsiasja unustama või eirama ning arvavad, et sõidukit võib peatada silmapilkselt. Rein-Karl Loide on kirjutanud, et väikestel kiirustel annab peatumisteede olulise panuse auto ühtlane liikumine juhi reageerimisaja jooksul, mida suuremaks aga saab kiirus, seda pikemaks läheb otsese pidurdamisega seotud teepikkus.[16]

Õuealal on kiirus piiratud kuni 20 km/h. Sellise kiirusega pidurdamise korral on peatumisteede pikkus ligikaudu 6,8 meetrit, kui arvestada, et reageerimiseks kulub aeg on 0,7 sekundit ja auto pidurduskiirendus on 5,34 m/s². Kui kiirust suurendada, pikeneb ka peatumisteede. Kuidas seda arvutada? Kogu peatumisteede jaotame kaheks lõiguks. Esimene teelõik on see, kui juht ohule reageerib (reageerimisteede), ning teine teelõik on sõiduki otsene pidurdumine (pidurdusteede). Pidurduskiirenduse arvutamise aluseks on võetud kiirendus, mille korral kasvab auto kiirus 0-100 km/h 5,2 sekundi jooksul.



Joonis 37. Sõiduki peatumisteekond märjal asfaldil.

Seega kasutame esimest teelõiku arvutades seost $s_1 = v_0 \cdot t$ ehk ühtlase liikumise teepikkuse arvutusvalemit. Miks? Me eeldame, et selle aja jooksul, kui juht reageerib, sõidukiiruse ei muutu, st liikumine on ühtlane. Pärast pidurdamise algust hakkab auto liikuma ühtlaselt aeglustuvalt kuni täieliku peatumiseni. Kuna me ei tea, kui kaua teist teosa läbiti, tuleb meil

arvutamiseks kasutada seost, milles aega ei ole antud, ehk

$$s_2 = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot a} .$$

Algkiirus v_0 on endine ühtlane kiirus ja lõppkiirus on 0 m/s. Kogu peatumisteekond s avaldub järgmiselt:

$$s = s_1 + s_2 = v_0 t + \frac{v_0^2}{2 \cdot a} .$$

Kui selle loogika järgi arvutada, siis on auto peatumisteekond linnakiirusel kuival teel umbes 25 m. See on peaaegu niisama pikk teepikkus, kui kõrge on üks üheksakordne maja! Järelikult, kui üle sõidutee tormab selleks mitte ettenähtud kohas hoolimatu jalakäija ning auto ja jalakäija vaheline kaugus on umbes 15 m, on üsna ebatõenäoline, et juht suudaks õnnetust vältida, nii et kõik osalised pääseksid vaid ehmatusega. Kuigi asulas on lubatud sõidukiirus 50 km/h, peavad kõik liiklejad olema tähelepanelikud ja hoolivad.

Kui moodustada tabel ja seejärel joonestada graafik, kus teepikkus sõltub kiirusest, siis on graafikuks parabool. Parabool oli aga omane ainult ruutfunktsioonile. Seega määrab suurte kiirustel pidurdus- ja peatumisteede pikenemise peamiselt kiiruse ruudust sõltuv osa ehk mida suurem on kiirus, seda pikem on tee, mis läbitakse sõiduki täieliku peatumiseni.

Nüüd veidi ka teekatte pakutavast sidestusest. Kui arvestame seda, milline on teekate ja mis olukorras ta on, hakkab sellest sõltuma pidurdav jõud ehk hõõrdejõud. Ent hõõrdejõud on oluline ka liikuma hakkamisel. Et auto paigalt liiguks, peab mootori tõmbejõud olema suurem kui hõõrdejõud. Kui tee on libe ja kaetud jääga, hakkavad rattad väga hoogsalt liikumist alustades kohapeal ringi käima ja auto ei liigugi paigast. Pidurdamisel pikendab aga jääde oluliselt pidurdusteede.

TÖÖLEHT 21. PIDURDUSTEEKOND

Kas teadsid, et ...

- Esimene maanteeõiduk liikus auru jõul. 1769. aastal ehitas prantsuse sõjaväeinsener Nicolas Cugnot kahuri vedamiseks auruvankri. Selle kiirus oli umbes 5 km/h. Auru kogumiseks pidi ta iga 10 minuti järel peatuma.
- 1820. aastal alustas inglise leidur Robert Gurtney aurusõidukite ehitamist. Neid kasutati nii individuaalsõidukitena (vankrid, tõllad) kui ka ühissõidukitena.
- 1895. aastal tühistati Inglismaal seadus, mis nõudis, et iga auto ees pidi käima lipuga mees ja auto kiirus ei tohtinud ületada 3,2 km tunnis.

Jaapani kompanii Toyota teatas 2000ndatel, et on lõpetanud töö uue eksperimentaalse ohutu auto ASV-2 (Advanced Safety Vehicle) loomisel ja tänapäeval on sellised süsteemid juba kasutusel. Selle auto puhul kasutatud süsteeme ja tehnoloogiaid tahetakse hiljem rakendada seeriaautode juures. Uuel eksperimentaalautol on üheksa sõiduohutust suurendavat ja tagavat süsteemi. Nii näiteks jälgib üks süsteemidest auto kaugust selle ees olevatest objektidest. Kui süsteem märkab autole ohtlikku takistust, teatab ta sellest juhile heli- ja valgussignaali. Kui juht nendele signaalidele ei reageeri, hakkab süsteem ise autot automaatselt pidurdama. Selle süsteemi aluseks on spetsiaalsed kaamerad, mis koos radariga võimaldavad hinnata auto ees olevat olukorda ning võrrelda saadud andmeid auto liikumiskiirusega. Uuel katseautol on peal ka süsteem, mis jälgib auto paremal küljel olevat nn pimedat tsooni ning teatab juhile, kui auto satub külgtakistusele liiga lähedale. Eriseadmed jälgivad veel teekatte seisukorda, niiskust, jää olemasolu ja palju muud. Esimesel ohutul eksperimentaalautol ASV oli peal seade, mis jälgis juhi pulssi ja erilise telekaamera abil juhi silmade liikumist. Kui juht oli auto valitsemiseks liiga väsinud, andis süsteem häiresignaali. [ETA 14.09.00]

Lahenda ülesanded.

1. Olgu mopeedi kiirendus pidurdamise ajal 3 m/s^2 . Noor mopeedijuht sai sõiduriista pidama 1/10 minuti jooksul. Leia mopeedi kiirus enne pidurdamist ja kogu pidurdustee pikkus.
2. Auto lähenes raudteeülesõidukohale. Märkates vasakult lähenevat rongi, mis liikus kiirusega 35 km/h, peatus autojuht. Rongijuht, nähes autot, alustas igaks juhiks aegsasti kiiruse vähendamist. Ülesõidukohani tuli rongil läbida ligikaudu 200 m. Kui rong möödus autost, oli tema kiirus kahanenud 9 ühiku võrra. Kui suur oli rongi kiirendus aeglustumisel? Kuna rongil kulus peatuseni jõudmiseks veel 500 m, siis kui kaua liikus rong ülesõidukohast raudteejaamani?

3. Kalluri mass on sõiduauto massist 18 korda suurem. Kalluri kiirus on sõiduauto kiirusest 6 korda väiksem. Võrdle nende liikumishulkasid ja kineetilist energiat $E_K = (m \cdot v^2)/2$, kus m on keha mass ja v selle liikumise kiirus. Kineetilise energia ühik on džaul (J) nagu töö ja soojushulga korral. Võrdle ka nende sõidukite pidurdusteed.
4. Jalgrattur liigub kiirusega 10 km/h. Kuna jalgrattal ei ole ABS-süsteemi, siis blokeeruvad mõlemad rattad, kui jalgrattur vajutab piduriklotsidele. Kui suur on jalgratta peatamiseks kulunud teepikkus, kui peatumise aeg on 1,5 sekundit.

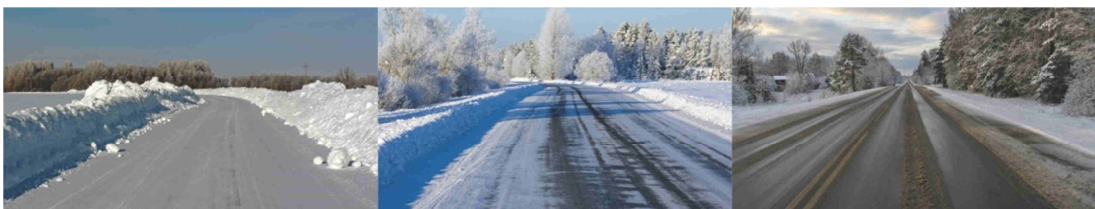
AASTAAJAD LIIKLUSES

Kas teadsid, et...

- Auruvankrite ajast pärineb autojuhti tähendav sõna sohver; prantsuskeelse sõna chauffeur algne tähendus on katlakütja.

Autorattad poleerivad jäätunud lume eriti libedaks. Auto ise aga külma ei karda. Talvine külm on autole isegi hea - rooste plekki ei krõbista, teele puistatud sool ei sula. Muidugi, nigelaga muutub auto käivitumine küsitavaks. Kõik veed võivad olla jääs, olgu siis kütusepaagis, pidurivedelikus, aknapesupaagis. Lukud on külmunud, antenn ei tule välja, aknad ei avane, ustest rääkimata. Aeg-ajalt juhtub, et lumi sajab maha eriti ebatavalisel moel: saju ajal hakkab äkki külmetama. Nii saab vihmast äkki lörts, sellest lumi ja lumest jää. Tänavatele kinnisõidetud vesine lumi muutub samuti imekähku jääks. Vähe sellest, kiiresti tekkivad ka jääkonarused. Kõva külma ajal ei ole jää kõige libedam, sest jää pinnale ei tekki vett või kui see tekib, siis jäähtub väga kiiresti. Ristmikel, kus alati palju autosid ja busse-trolle on, poleerivad sõidukite rattad krobeline jää ruttu siledaks ja eriti libedaks. Libedus üllatab autojuhte ikka ja alati. Kui fooris süttib roheline, stardib üks enam-vähem, teine ei saa ega saa minema: mootor undab, rattad freesivad jääd, auto aga edasi ei lähe. Kolmas võtab vaikselt paigast ja sõidab. Ometi on kõigil autodel all talverehvid.

Mis tarkust siin vaja oleks? Autokoolis teoreetiliselt libedal sõitu õppida pole võimalik. Seda on vaja libedal õppeplatsil praktiliselt harjutada. „Libedaga võta kohalt aeglaselt, madalate pööretega, et rattad paigal ei pöörleks. Kui mootor võimaldab, alusta sõitu teise käiguga. Libedaga üldse sõita üks käik kõrgemalt: kus suvel oli esimene käik, seal on teine, kus suvel teine, seal kolmas jne (loomulikult peaks jälgima, et mootori pöörded ei oleks ülearu madalad). Või kui mootor pole eriti tugev, alusta esimese käiguga, kuid ainult hetkeks, ja siis kohe teine käik sisse! Proovi, veendu!”, soovitab Johannes Pirita[23].



Joonis 38. Vali teeloludele vastav sõidukiirus.

Kuidas ka ei tahaks, aga talvel jää ja lumega ei ole sellist pidamist nagu suvel. Talvel libedaga suureneb külglibisemise tekkimise oht. Selleks, et ohutult pidurdada, soovivad kogunud juhid ja autosõidu õpetajad pidurdada hoopis käiguga.

Erinevatel aastaegadel peavad nii juhid kui jalakäijad arvestama sõiduvahendi pidurdustekonna pikenemisega. Näiteks kaheksakümnega sõitva auto saab õppinud juht suvel pidama nelja sekundi jooksul, kuuekümmne meetri pärast. Talvel kulub sama kiiresti sõitva auto peatamiseks kolm sekundit rohkem. Et talvel saaks lumisel teel pidama nelja sekundiga, tohiks kiirus olla mitte 80, vaid 60 km/h. Lumme kinni jäänud auto hakkab liikuma üksnes siis, kui selle rattad hakkavad vedama, mitte jääd/ lund käiama. Et rattad hakkaksid vedama, selleks peaks gaasi ja siduriga töötama väga hellalt. Tuleks saavutada seda, et auto hakkab nagu kiikuma, edasi-tagasi õõtsuma. Juht peab oskama siduri ja gaasiga seda õõtsumist suurendada, kuni auto paigalt nihkub. Sellisel juhul on auto nagu pendel. Kui riputame pendli omakorda nõõrile ning paneme sellise pendli seejärel võnkuma, käitub pendel järgmiselt: esialgu võngub pendel väiksema amplituudiga seejärel hakkab amplituud tasapisi suurenema ning ühel hetkel saavutab ta maksimaalse hälbe tasakaaluasendist ehk amplituudi. Jälgides pendli enda võnkumist ja nii liikumist, kuhu pendel on kinnitatud avastame seose, et maksimaalne amplituud saavutatakse siis, kui mõlemad, st pendel koos niidiga, võnguvad ühes rütmis. Sellist nähtust nimetatakse resonantsiks, ehk ühes ja samas suletud süsteemis võnkuvate kehade võnkumiste amplituudid liituvad. Pendli liikumine ning auto õõtsutamine siduri ja gaasiga on seega sarnased. Kui võnkumise rütm gaasi ja siduriga auto enda õõtsumisega kokku langeb suureneb auto võnkliikumise amplituud ühel hetkel sedavõrd, et auto hooga lume vallist välja pääseb. Seda on lihtne õpetada ja seletada, raskem järele teha, kuid õppida tasub, sest nii saab kergemini paigalt minema, nii ei kulutata asjatult rehve ega bensiini; ei ole ka ohtu, et mootor üle kuumeneks.

Talv tuleb alati ootamatult nii linnaametnikele kui ka autoomanikele. Ilmastikuolude muutustega kaasnevad muutused liikluses ja liikumises. Jalakäija peab sügise saabudes eriti arvestama, et ta oleks teistele liiklejatele atraktiivne, st unustada ei tohi helkurit. See nõue kehtib ka suvel, kuid paljud väikesed jalakäijad, kes on pimedatel suveõhtutel juba Une Mati juures, tulevad talvel koolist/ lasteaiast või lähevad sinna, kui on pime. Autojuhtidel muutub elu eriti keeruliseks, sest mootorit peab soojendama ning auto tuleb hoolikalt lumest ja jääst puhastada. Kui suvel võib tekkida klaasidele ainult kaste, siis kevadel ja sügisel saab sellest härmatis ning talvel juba jää. Et alustada sõitu, tuleb kõik klaasid hoolikalt puhastada, et näha teisi liiklejaid. Kui on tegemist aga temperatuuride erinevustega sõiduki sees ja väljas, siis võib aeg-ajalt juhtuda, et auto klaasid on seestpoolt kaetud uduga. Seda ei soovitata pühkida käega, vaid selleks peab olema lapp. Kuigi

pidevalt propageeritakse ühissõiduki kasutamist, siis mis lõbu on sõita bussi või trammiga, mis on kütmata või mille klaas on kahe klaasi vahele tunginud veeauru tõttu muutunud läbinähtamatuks? Peale sõidumugavuse muutuste tuleb aastaegade vaheldumisel arvestada ilmastikunähtustega: udu, lund, vihm, jäide. Näiteks kui autorehv pumbata maksimaalselt täis talvel ja siis sellega pikk maa maha sõita, võib juhtuda, et rehvi lõhkeb. Miks? Ikka selle pärast, et hõõrdumisel teekattega (kuigi see võib olla ainult lumi) rehvi soojeneb. Soojenedes paisub aga õhk rehvis. Kui teele satub mõni terava servaga auk või muhk ning rehvi deformeeritakse ülemäära, juhtubki õnnetus - rehvi puruneb. Seda tuleb arvestada ka suvel ja mitte ainult autoomanikel, vaid ka jalgratta- ja mootorrattaomanikel. Rehvis ilmnevate paisumiste ja kokkutõmbumiste rehkendamiseks kasutatakse termodünaamikast tuntud isoprotsesse.

TÖÖLEHT 22. TEMPERATUUR JA LIIKLUS

UURIME GAASI PAISUMIST.

Töö eesmärk

Uurida katseliselt gaasi paisumist ja paisumistööd.

Töövahendid: metallist tabletipurk (vt joonis 39), küünal, tikud, traat, vesi, (pajakindad).

Töö käik

- Tühi purk täidetakse osaliselt veega ja suletakse kaanega. Purki hoitakse traadist keeratud hoidja abil pool kaldu leegi kohal suunaga endast ja kaaslastest eemale. Peagi hakkab vesi keema ja aurustuma, mille tagajärjel suureneb rõhk topsis ja peagi „ei mahu“ veeaur enam topsi ära ja kaas lendab pealt.
- Kui mõõdad kaane lennukauguse ning määrad kaalumise teel kaane massi, võid arvutada gaasi paisumistöö.



Joonis 39. Töövahendid

- NB! Kork ei tohi olla peal väga tugevalt, see võib põhjustada purgikese lõhkemise!

UURIME SOOJENEMIST HÕÖRDUMSIEL.

Töö eesmärk

Hõõrdumisel ja rõhumisel tekkiv soojenemise katseline uurimine.

Töövahendid: kaks statiivi, mis on võimalik kinnitada laua külge, või lihtsalt tuge, puidust klotsid või 2 telliskivi, peenike traat, koormis, plastkauss, pikuti pooleks lõigatud 1,5-2liitrine plastpudel (jätta kork peale ja lõika üks külg maha).



Joonis 40. Töövahendid

Töö käik

Täida poolik pudel veega ning pane sügavkülma. Kui kogu vesi on jäätunud, seo selle ümber traat ning riputa selle otsa koormis (1-1,5 kg) (vt joonis 40). Sea kahele poole statiivid ja neile puitklotsid ja/või tellised ning nende peale otsapidi toetav jääkamakas. Alla paiguta kauss, kuhu võib tilkuda jää sulamisel tekkiv vesi, ning lõpuks koormis. Et mitte lõhkuda kaussi või põrandat, ära tõsta kogu seadeldist põrandast kõrgemale kui 40-50 cm. Jälgi, mis juhtub. Mõõda aeg, kui kaua koormis ripub.

Lahenda ülesanded.

1. On talvine hommik. Autojuht üritab kiiresti lahkuda ristmikult, mis on kaetud lumega. Fooris süttib roheline ning autojuht on pannud sisse esimese käigu. Et kiirelt lahkuda, vajutab ta gaasi, aga auto ei liigu paigalt, vaid rattad pöörlevad lumes. Juba hakkab roheline vilkuma, närvilised juhivad meie juhi taga tuutuvad ja viibutavad rusikat. Roheline põleb fooris umbes 5 sekundit. Ühtäkki hakkavad rattad vedama ja auto liigub. Oligi viimane hetk, sest roheline vilksas fooris viimast korda, kui auto üle ristmiku pääses. Ilmateates öeldi, et lume temperatuur oli $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja auto mootori võimsus on 120 kW. Kui palju lund sulas selle aja jooksul, kui eeldame, et kogu energia läheb lume soojendamiseks ja sulatamiseks?
2. *Autokummi temperatuur on $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ juures rõhk 400 kPa. Kui suur on rõhk autokummi, kui pärast pikka sõitu on selle temperatuur $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$? Kummi ruumala lugeda konstantseks.

LISALUGEMIST

FÜSIOLOOGIA JA LIIKLUS – UNISUS LIIKLUSES

Refereeritud Sirje Lilleoru'i artiklist „Purjus juht reageerib natukene, magama jäänud juht ei reageeri üldse!” [28]



Joonis 41. Unisus autoroolis on vähemalt sama ohtlik, kui kerges alkoholijoobes sõidukijuhtimine.

Teadlased on kindlaks teinud, et kuni 95% kõigist inimvigastustega lõppenud liiklusõnnetustest on põhjustatud inimese enda ekslikust käitumisest. Üks ohuallikaid võib olla unisus. Täiskasvanud inimese mikrouni kestab neli sekundit ja sellest on küllalt, et tekitada avarii. Seejuures ei mäleta juht ei und ega sõidetud maad. Ameeriklastel on käibel ütlus, et purjus juht reageerib natukenegi, magama jäänud juht ei reageeri üldse.

Eestis kehtiv kord näeb ette liiklusõnnetust vormistades fikseerida, mitu tundi enne õnnetust oli juht roolis olnud, kuid kui kaua oli juht enne rooliistumist maganud või puhanud, seda ei tea tagantjärele enam keegi. Sageli lõpevad õnnetused unevaevas sõidukijuhi enda surmaga ning erinevalt juhi alkoholi- või narkojoobest on üleväsimust sellisel juhul hiljem peagu võimatu tuvastada. Soomes on Espoos asuva Skogby unekliiniku meditsiinidirektori Markku Partineni kinnitusel sõidukijuhtide väsimus ja unisus liiklusõnnetuse toimumist soodustav asjaolu koguni peaaegu igas viiendas liiklusõnnetuses ning igas kolmandas surmaga lõppenud õnnetuses. Võiks eeldada, et inimene on väsinum talvel, kui päikesevalgust napib, aga paraku mõjutab pimedusest märksa rohkem juhi enesetunnet kuum ilm, samuti on inimesed pikemate päevade tõttu kauem üleval ja neil võib tekkida unevõlg.

Kui juht võtab enne rooli taha istumist ühe õlle, on ta oma joobest teadlik, kontrolliks on võimalik puhuda alkomeetrisse. Kui aga läbinisti kaine juht pärast pooletunnist sõitu haigutama kipub, ei tule ta enamasti selle pealegi, et sõitu jätkates on ta muutumas ohtlikuks nii endale kui ka teistele

liiklejatele. Tundub uskumatu, aga 17 tundi järjest ärkvel olnud mees on maanteel sõites niisama ohtlik kui 0,5-promillise joobega juht. 24 tunni pikkune järjepanu ülevalolek vastab ühele promillile alkoholijoobele ja 36tunnine juba 1,5 promillile. Seega tasuks arvestada ka nendel ametnikel ja ärimeestel, kes tihti Tallinna ja Tartu või Narva vahet sõeluvad ning vaatamata pikale veninud tööpäevale ikka õhtuks koju tagasi kipuvad, et hommikul varavalges taas teele asuda. Soome uneteadlase arvates on näiteks öö otsa arvuti taga töötanud ning kõigest paar tundi maganud inimene hommikul roolis märksa ohtlikum kui see, kes on rooli istunud pärast õhtusöögi kõrvale joodud paari pokaali šampanjat. Kõige ohtlikumaks muutub juhi autojuhtimise võime aga siis, kui ta pärast poolikuks jäänud und tarvitab alkoholi - väsimus kuuekordistab alkoholi mõju! Sõites hakkavad esimesena väsima autojuhi silmad. Silmade kaudu kandub väsimus edasi, nõrgestades ohutaju ja tähelepanuvõimet, toimingud muutuvad ebatäpseks, kangeks jäävad kael ja selg. Uni võib kesta vaid mõne sekundi, kuid auto jõuab selle aja jooksul läbida mitukümmend meetrit. Väsimust suurendavad veelgi kehv nähtavus, halb ilm, mootori monotoonne mürin, ka liiga tugev söömine enne sõitu. Uinumisoht varitseb kõige rohkem 1-3 tundi pärast söömist. Unisust suurendab süsivesikuterikas toit. Inglismaal on arstid välja arvanud, et veidi tugevam nohu ja sellest tingitud uimasus on autojuhile niisama ohtlikud kui 0,8-promilline alkoholijoove ehk keskmisele inglasele 150 grammi viskit vahetult enne sõitu.

Keskööst kella seitsmeni hommikul on meie organism puhkeseisundis, tahame seda või mitte. Eriti ohtlikud ajad rooli istumiseks on kesköö paiku ja varahommikul kella 4 ja 7 vahel. Kui 2007. aastal oli Eestis fataalse tagajärjega liiklusõnnetuste osatähtsus päeval kella 2 ja 5 vahel 4% kõigist inimkannatanutega liiklusõnnetustest, siis varahommikul kella 4 ja 7 vahel koguni 12% ehk ligi 3 korda rohkem kui keset tööpäeva.

USA teadlased on avastanud, et väsinud inimene kipub sagedamini jalga gaasipedaalile unustama, suurendades sellega sõidukiirust. Eestis tehtud kiirusmonitooringud on näidanud, et nädala lõpupäevadel on maanteedel keskmised kiirused suuremad kui esmaspäeval või teisipäeval. Sageli seostatakse väsimust kõrgema eaga ning arvatakse ekslikult, et ega noored juhid ei väsi. USAs korraldatud küsitluses osalenud 18-29-aastastest noortest väitis 24%, et nad on kord aastas mõneks sekundiks roolis tukkuma jäänud. 65-aastaste ja vanemate hulgas oli see protsent ainult 6. Põhjus võib olla ka noorte väheses teadlikkuses ning lihtsalt oma võimete ülehindamises. Mida teha, kui roolisolijale kipub kallale uni?

Parim abinõu on väike uinak. Kahjuks pole Eestis maanteedes ääres just eriti palju spetsiaalseid puhke- ja peatuskohti, kus oleks ka turvaline tukastada, tualetis käia, veidi värsket õhku hingata ning end ringutada.

Kui tee on pikk, siis tasuks korra iga autos istunud tunni järel autost välja tulla ja end sirutada. Auto raadiost või makist peaks kuulama midagi särtsakamat kui ballaadid ja instrumentaalpalad. Vere paneb käima tass kanget kohvi või tahvel šokolaadi, kuid nende mõju on lühiajaline. Juhile on pikal teel parimaks kaaslasel kaasreisija, kes ei tohiks mitte norinal magama jääda, vaid peaks juhti pidevalt jutule õhutama. Lapsed, kes te iga päev peate oma vanemate autos kooli ja koju sõitma, rääkige oma vanematele juba autos, kuidas teil tänane koolipäev möödus. Esiteks hoiate nii oma vanemad pärast väsitavat tööpäeva ärkvel; teiseks peab isa olema keskendunud autojuhtimisele ning sinu matemaatikas saadud „2“ on koju jõudes juba liikluskeerisesse unustatud; kolmandaks saab kogu pere õnnelikult koos kõiki järgnevaid jaanipäevi ja jõuluid veeta.

VASAKPOOLNE VÕI PAREMPOOLNE LIIKLUS [23]

Briti saartel, Jaapanis, Austraalias ja veel mitmes riigis on vasakpoolne liiklus. Seletatakse seda asjaoluga, et saareriigi Suurbritannia nii sise- kui ka väliselu on kaua aega mõjustanud laevastik - merel mööduvad alused teineteisest vasakult.

Prantsusmaa teedel oli kohustuslik hoiduda kohtumisel tõldade ja muude veokitega paremat kätt. Kutsarid istusid paremal pool, pärides selle harjumuse nähtavasti juba rüütlite ajast (ratsanik, kohates vastast, varjus kilbi taha, st möödus temast vasaku küljega). Näiteks Prantsusmaa rongiliiklus on tänini vasakpoolne.

Parempoolse liikluse võtsid omaks Holland, Šveits, Saksamaa, Itaalia, Poola ja Hispaania. Vasakpoolseks jäid üksnes Napoleoni-vastase koalitsiooni riigid: Suurbritannia, Austria-Ungari, Portugal. Loomulikult oli liiklus algul vasakpoolne ka Ameerika Ühendriikides, kelle territooriumist suurem osa oli Inglismaa koloonia. Kanadas püsis vasakpoolne liiklus kuni 1920. aastani.



Joonis 42. Raudrüütel võitluses[29].

Asumaade vallutamiseks kandus vasakpoolne liiklus ka Briti asumaadesse Indias, Austraalias ja Aafrikas ning avaldas mingil moel mõju ka Jaapanile ja Hiinale. Viimane läks parempoolseks 1946. aastal. Indoneesia sai oma vasakpoolse liikluse Hollandi kolonisaatoritelt. 1795. aastal läks Holland üle parempoolsele liiklusele, Indoneesia aga unustati. Austria-Ungari keisririigi lagunemine ei kajastanud Tšehhoslovakkia, Ungari ega Jugoslaavia teedel, need jäid ikka vasakpoolseks. Austrias püsis pikka aega isemoodi olukord: pool riiki oli parem-, teine pool vasakpoolse liiklusega.

Autode arvu hoogne kasv pärast Teist maailmasõda nõudis liikluse edasist korrastamist, ent näiteks Šveits läks parempoolsele liiklusele üle alles 1967. aastal, pisut hiljem ka Rootsi. Kõikjal ei laabunud üleminek ühtviisi hõlpsasti. Rootsi liiklusõpetaja Ingemar Johansson ütles, et tol ajal ta küll ei uskunud, et suudab veel autokooli pidada: kõike tuli teha vastupidi. Ometi peab ta praegugi autokooli. Kas vasak- või parempoolses liikluses on erinevusi ka ohutuse mõttes? Ei ole. Vasak- või parempoolsest liiklusest ei olene ei ohutus ega sõidumugavus. Asi on üksnes harjumuses ja seda ei ole hõlbus muuta. Ka inglaste konservatiivsus ning nende traditsioonide

austamine on teada-tuntud. Juba 1835. aastast alates on Alamkojale aeg-ajalt esitatud parempoolsele liiklusele ülemineku projekte, kuid kõik on jäänud vanaviisi. Põhiline vastuargument on, et autode ja liiklusmärkide ümbertegemine maksaks miljardeid naelsterlingeid. Kust see raha võtta?

Kohti, kus liiklus on vasakpoolne, polegi nii vähe. Lisaks kõnesolnutele on veel Iirimaa, Zimbabwe, Sambia, Lõuna-Ameerika, Tansaania, Keenia, Uganda, Austraalia, Uus-Meremaa, India, Pakistan, Sri Lanka, Birma, Honkong, Singapur, Taivan. Kõik need on suuremal või vähemal määral kuulunud Briti impeeriumi mõjusfääri.

VALGUSALLIKAD MEIE TEEDEL JA TÄNAVATEL

KSENOONLATERNAD, LED-id, HALOGEENPIRNID, NAATRIUMVALGUSTID

Mitte enam nii uued meie teedel on tavalisest hõõglambist veidi sinakamat valgust andvad tehnika viimase sõna järgi valmistatud ksenoonlaternad. Nendes laternates kasutatakse gaaslahenduslampe, kus valgust ei anna mitte hõõgniit, vaid elektrivoolu mõjul helenduv gaas - ksenoon. Võrreldes tavalise halogeenlaternaga annavad ksenoonlaternad ligi kolm korda tugevama valgusvoo, kusjuures tarbivad 35% vähem energiat ning eraldavad 40% vähem soojust. Ksenoonlaternad annavad laia, madala ja ühtlaselt jaotatud valgusvihu, mis ei tekita sajus ega udus häirivat valgusloori. Ksenoonlaternate valgus on lähedane päevavalgusele (vt. joonis 43), mis väsitab juhti vähem kui tavaline hõõglambi valgus. Enamik ksenoonlaternatega autosid on varustatud dünaamilise korrektoriga. Selline seade hoiab valgusvihu automaatselt etteantud kõrgusel, sõltumata sõiduki kiirendusest, aeglustusest või tee profiilist.



Joonis 43. Võrdlus halogeen- ja ksenoonvalgustitest [29].

Halogeenlamp on hõõglambi tüüpi, st temas on hõõgniit, mida elektrivoolu toimel kuumutatakse. Tekkinud kuumuse tagajärjel hakkab lambis olev halogeengaas valgust kiirgama. Tavalise hõõglambipirni ja halogeenpirni vahe seisneb aga selles, et viimane annab tugevama valgusvoo kui hõõglamp.

Naatriumvalgustid on need, mis annavad kollakat valgust. Neid kasutatakse põhiliselt tänavavalgustites ja teaduslaborites. Tegemist on põhimõtteliselt hõõglambiga, milles on elektrivoolu toimel kuumutatav hõõgniit, kuid töötavaks kehaks on gaasiline naatrium. Keemiakursusest on teada, et naatriumi kuumutamisel ja selle protsessi jälgimisel spektroskoobiga näeme naatriumi spektrit. Kui on tegemist naatriumiga, siis on ka spektris alati

kaks selgesti eristatavat intensiivset ja ainult talle iseloomulikku kollast spektrijoont. Järelikult, kui valgustis kasutada gaasilist naatriumi, siis kiirgab selline gaas meile kollakat valgust. Kui sõita pimedal ajal valgustatud teel, võib igaüks veenduda, et parem nähtavus ja sõidumugavus on seal, kus tänavavalgustites kasutatakse naatriumlampe, kui seal, kus on säilinud elavhõbedagaasiga täidetud sinakat valgust kiirgavad tänavalaternad. Eelkõige on naatriumvalgustid märksa ökonoomsemad ning see ongi tinginud nende laia kasutust tänavavalgustuses.

Tänavavalgustuse eesmärk on parandada liiklusolusid ja muuta liiklust ohutumaks pimedal ajal. Tänavavalgustites kasutatakse võimalikult suure valgusviljakuse ja tööeaga lampe ning laia valgusjaotusega ilmastikukindlaid armatuure. Tänavavalgustuse projekteerimine ja paigaldamine on reguleeritud mitmete õigusaktide ja normatiividega. Loomulikult arvestatakse valgusteid projekteerides üldisi ja spetsiifilisi vajadusi, linnaruumi arhitektuuri ning üha enam ka keskkonnaolusid. Nii on paljudes Euroopa riikides linnu, kus tänavavalgustites kasutatav energia saadakse päeval ajal päikese valguse toimele akudesse salvestatud energiast või lülituvad valgustid tööle liikumisanduri või fototakistit abil.



Joonis 44. Tänavavalgustuslambid Tallinnas Russalka juures (foto Toomas Huik) [30].

Tänavavalgustuse ajaloo algus on antiikajas. Pidustuste ajal põlesid iidse Babüloonia tänavatel hiigelsuurtesse õlinõudesse pistetud jämedad takutahid. Meie ajaarvamise neljandal sajandil hakati Jeruusalemma tänavaristmikel süütama lõkkeid. Teada on, et 10. sajandil ehtasid araablased Cordobas arvukalt suuri teid ning valgustasid neid. Keskajal valgustati tänavaid tõrvikute ja laternatega, milles põletati kas õli või rasva. 17. sajandi lõppu võib pidada tänapäevase tänavavalgustuse epohhi alguseks, sest siis jõudsid statsionaarsed õlilaternad Pariisi tänavatele.

Esmane eesmärk ei olnud mitte liiklusolusid parandada, vaid vajadus valgustada tänavanurkadel seisvaid jumalaemakujusid. Selle ürituse suurim toetaja oli Tema Majesteet Ludwig XIV. See võimaldas ka tänavaid paremini kontrollida. Inglismaal hakkasid mõned majaomanikud juba

1415. aasta talveõhtutel majade ette laternaid riputama. Alates 19. sajandist on tänavavalgustites kasutatud maagaasi. Nii näiteks püstitas Londonis Imperial-Continental-Gas-Association (Kuninglik Gaasi Assotsiatsioon) 1824. aastal oma tegevuse peamiseks eesmärgiks valgustada kõik Euroopa suurimad linnad gaasiga. Kuhu on praeguseks jõutud? Kas eesmärk on täidetud? Tänapäeval kulutavad kohalikud omavalitsused suuri summasid, et valgustada asulaid ja linnu, muutes eluolu seeläbi turvalisemaks. Samas töötavad teadlased ja insenerid käsikäes välja üha uusi lahendusi, et muuta nähtavamaks nii liiklusvahendeid kui valgustada ka tänavaid ning et kulutada vähem energiat, kuid anda rohkem valgust. Suure tõenäosusega vahetavad järgmise 20-30 aasta pärast igat liiki gaasilahendus- ja hõõglambid välja valgusdiodid ehk LEDid (Light-emitting diode) ning meile armas ja tavaline hõõgpirn muutub siis haruldaseks nagu petrooleumilamp või peeruvalgus.

Uuri järele!

Millal ja mis tänavavalgusteid sinu kodukohas esimest korda kasutati. Koosta ettekanne.

KAS NAASTUDEGA VÕI NAASTUDETA?

Kui suverehv on mõeldud suure kiiruse ja koormuse tarvis, siis talverehv vaid selleks, et mõõduka kiirusega auto püsiks libedal teel ja oleks juhitav. Et praegu võib autojuht pead murda, kas osta naastrehvid või naastudeta talverehvid (meil kutsutakse neid lamellrehvideks), siis räägime neist. Tallinna Tehnikaülikooli Teedeinstituudi andmetel olid möödunud talvel 94%-l sõidukitest naastrehvid, lamellrehve kasutati vähe. Nõuetekohased rehvid (need, millel M+S, M.S. või M&S) olid 84%-l sõidukeist ning keskmiseks protektorimustri sügavuseks mõõdeti 6,8 mm. Otsustada ühe või teise rehvi kasuks pole lihtne, sest mõlemal on oma head ja vead. Naastrehvid krõbisevad, lamellrehvid on vaiksemad, ei krõbise. Naastud söövad teekatet, lamellrehvid mitte. Naastrehv peab vastu 4-5 talve, pehme protektoriga lamellrehv poole vähem. Kulunud naastrehve pole mõtet protekteerida, lamellrehve aga Eestis ei saagi protekteerida (või kui, siis tavalise kummiseguga ning taastatud rehvi ei ole enam õige lamellrehv).



Joonis 45. Esimene on tavaline suverehv, teisel pildil on naastrehv ja kolmandal lamellrehv [31].

Naastrehvidega võib sõita alates 15. oktoobrist ning suverehvid saavad kuus kuud puhata. Lamellrehvidega võib sõita aasta ringi, kuid neid pole mõtet asfaldil kulutada. Detsembrist alates peame aga kolm kuud sõitma ainult talverehvidega.

On tehtud erinevaid võrdluskatseid, kiidetud nii ühtesid kui teisi rehve. Peab nõustuma sellega, et lumisel teel sõites on lamellrehv parim. Lumisel teel pole naastudel mõtet, kuid jäisel teel, koguni kiilasjääl ei ole jälle naastrehvil võistlejat. Lamellrehv on libeda tee rehvi. Naastrehv oli, on ja jääb jääse tee rehviks. 1997. aasta talvel oli Põhja-Eestis 33 jäist päeva, 23 jäitega päeva ja 25 lumise kattega päeva. Kuid oli ka 144 päeva, mil naastrehve polnuks vaja.

Soomlased, naastrehvide pioneerid, on pikalt ja põhjalikult uurinud naastude kasutamise positiivseid ja negatiivseid külgi. Kuuekümnendatel aastatel, kui naastrehvid Soomes levima hakkasid, hakkas liiklusõnnetuste arv vähenema, kuid aastaid hiljem hakkas õnnetuste arv taas suurenema. Asi oli selles, et naastrehvidega autoga hakati kiiremini sõitma, jõuti taas riski piirile, nii et naastud lõppkokkuvõttes õnnetuste arvu ei kahandanud, kuid lubasid/võimaldasid märksa kiiremini sõita. Mina ostan naastrehvid. Kui teemehed teataksid, et tänavu kiilasjääd ei ole ega tule, sest nad suudavad seda tõrjuda, lähaksin kohe lamellrehve ostma. [23]

KASUTATUD KIRJANDUS

1. IN Advertising OÜ poolt lisatud pildid erakogust: joonis 1, joonis 2, joonis 3, joonis 6a, joonis 6b, joonis 8, joonis 10, joonis 11, joonis 12, joonis 31, joonis 36
2. Riiklik põhikooli ja gümnaasiumi õppekava, RT I 2002, 20, 116; paragrahv 3
3. http://www.ut.ee/biodida/www/Haljasorg/Opilase_.htm (10.10.2009)
4. Sein, J., Kiiresti ja kindlalt, TEA, 1998.
5. Tolansky, S., Revolutsioon optikas, Mosaiik 10, Tallinn, Valgus, 1975.
6. Jaaniste, J., Tsiviilne hämarik, <http://vaatleja.obs.ee/node/67> (10.10.2009)
7. Liiklusseadus, RT I 2010, 44, 261, jõustunud 01.07.2011 (09.05.2016)
<https://www.riigiteataja.ee/akt/130122015027?leiaKehtiv>
8. Freiwald, R., <http://arhiiv2.postimees.ee:8080/leht/97/11/04/ristmik.htm#kolmas> (27.08.2009)
9. Reindorff, G., Vanapagan, m6teldaonm6nus.blogspot.com (15.08.2009)
10. Ennuste, L., <http://buduaar.ee/Article/article/3403>; 2008 (15.08.2009)
11. <http://www.mnt.ee/helkur/keskmine.htm> (15.08.2009)
12. Joonis 10. IN Advertising OÜ poolt lisatud pilt erakogust
13. Sepp, S., Lendamine turvalisem kui kunagi varem, EPL 02.06.2009, (16.08.2009)
14. Rõmkevitch, A., jt., Füüsika ülesanded IX-XI klassile, Tallinn, Valgus, 1981
15. Raud, E., Valter, E., Naksitrallid, Tallinn, Eesti Raamat, 1978.
16. Loide, R.-K., Füüsika näidisülesanded gümnaasiumis, Tallinn, Koolibri, 2005
17. Rom, R., <http://www.erso.eu/knowledge/content/knowledge.htm> (17.09.2009)
18. Tori hobuse kirjeldus ja foto, www.taisto.ee/torihorse/pildidk/index.php (17.09.2009)
19. Kõrbe karavani foto, www.miksike.ee/.../korb_evelinviks.htm (27.08.2009)
20. Luigi Colani disaini näide, <http://www.engadget.com/2005/08/03/colanis-sci-fi-style-trucks/> (27.08.2009)
21. Foto: http://y.delfi.ee/norm/contest/15/1604915_det1Z9.jpeg (27.08.2009)
22. Vabamäe, T., Esimest turvavööd ei sallinud keegi, Maaleht 12.05.2009 (17.09.2009)
23. <http://www.piritaliikluskoool.ee> (17.09.2009)
24. Kolmepunkti-turvavöö,
http://www.toyota.ee/safety_section/implementing_passive_safety/seatbelts.aspx (27.08.2009)
25. www.postimees.ee/160505/lisad/auto/165256.php (10.07.2009)
26. http://www.shark-man.de/bilder/seepia_black.jpg (10.07.2009)
27. Perelman, J., Huvitav füüsika 2, Tallinn, Valgus, 1985
28. Teeleht nr. 1 (53) juuni 2008, Maanteeameti väljaanne (10.07.2009)
29. Ksenoon ja halogeen laternad, www.carhouse.ee/index.php?lang=est&main_id=20 (10.07.2009)
30. Tänaavalgustid Russalka juures, postimees.ee/f/2009/03/19/151140t40h1768.jpg (10.07.2009)

31. Erinevad rehvide näited, www.kummicenter.ee/?id=33 (10.07.2009)
32. Joonis 13. http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2015/05/07/10/28678CF000000578-3071724-image-a-10_1430991305330.jpg (19.09.2016)
33. Joonis 16. Maanteeameti voldik „Sõida talvel ohutult“
http://www.mnt.ee/public/Maanteeamet_voldik_Soida_talvel_ohutult_2016.pdf
34. Joonis 18. <https://www.york-sport.com/wp-content/uploads/2016/05/Clifton-moor-cycling-kid.jpg> (19.09.2016)
35. Joonis 19. Majandus- ja kommunikatsiooniministri 22. veebruari 2011. a määruse nr 12 „Liiklusmärkide ja teemärgiste tähendused ning nõuded fooridele” lisa 3
36. Joonis 20. <http://www.mccainlawoffices.com/wp-content/uploads/2016/02/Car-Accident-crash-head-on-1080x675.jpg> (19.09.2016)
37. Joonis 21. Maanteeamet <http://www.mnt.ee/public/Piirkiirus-EST.jpg>
38. Joonis 22. Sebastian Pasanen 1991
[http://www.walk21.com/papers/San%20Sebastian%2002%20Pasanen%20Driving%20Speed%20and%20Pedestrian%20Safet\(1\).pdf](http://www.walk21.com/papers/San%20Sebastian%2002%20Pasanen%20Driving%20Speed%20and%20Pedestrian%20Safet(1).pdf)
39. Joonis 23. https://www.tesla.com/en_GB/models?redirect=no (19.09.2016)
40. Joonis 29. http://accidentattorneys.org/wp-content/uploads/2015/03/13080769_1.jpg (19.09.2016)
41. Joonis 33. <http://rockettestgroup.org/meeting/37/DM3%20Static%20Test.jpg> (19.09.2016)
42. Joonis 37. European Transport Safety Control „Praise“ Preventing Road Accidents and Injuries for the Safety of Employees, Report 8, 2011
43. Joonis 38. Maanteeameti voldik „Sõida talvel ohutult“ 2016
44. Joonis 41. Maanteeameti voldik „Väsimus“ 2016