

Tartu Ülikool  
Maailma keelte ja kultuuride kolledž

Cristhiane Rein  
HELEN CZERSKI TEOSE „STORM IN A TEACUP – THE PHYSICS OF EVERYDAY  
LIFE“ VALITUD PEATÜKKIDE TÕLGE JA TÕLKE ANALÜÜS  
Magistripjekt

Juhendaja: Reelika Saar

Tartu  
2018

## Sisukord

SISSEJUHATUS.....	3
1. SIHTTEKST.....	4
2. TEOREETILINE RAAMISTIK.....	30
3. TÕLKEPROBLEEMIDE ANALÜÜS.....	36
3.1 Czernski teose tõlkimisest ja toimetamisest.....	36
3.2 Toimetamise esimene etapp: ülevaatus ( <i>revision</i> ).....	37
3.3 Toimetamise teine etapp: toimetamine ( <i>editing</i> ).....	40
3.3.1 Stiili toimetamine.....	41
3.3.2 Sisu toimetamine.....	43
3.3.3 Struktuuri (mitte)toimetamine.....	45
3.3.4 Korrekatuur.....	45
3.4 Järeldused.....	46
KOKKUVÕTE.....	48
KASUTATUD ALLIKAD.....	50
SUMMARY.....	52

## Sissejuhatus

Magistriprojektis käsitletakse Helen Czerski teose „Storm in a Teacup – the Physics of Everyday Life“ tõlget. Teose autor on füüsik ja okeanoloog, seega on teos populaarteaduslik ja selles tutvustatakse lugejale füüsikalisi nähtuseid, mis on igapäevase eluga nii kokku põimunud, et inimesed ei mõtle tihti nende nähtuste olemusele. Tõlkimiseks valiti just see teos, kuna võib öelda, et populaarteaduslikul kirjandusel on ühiskonnas tähtis roll inimeste harimisel ja nende silmaringi laiendamisel. Teose autoril on oskus rääkida füüsikalistest nähtustest kaasahaaraval moel, mida võibolla ei saa öelda kõikide füüsikaõpetajate kohta. Seega tunduski oluline tõlkida teost, mis aitaks ehk lugejal muuta oma arvamust füüsikamaailmast. Magistriprojekti autor keskendus tõlkides sellele, et ingliskeelne terminoloogia oleks ümber pandud eesti keelde nii, et see ei tunduks võõrastavana, sest kirjeldatavad nähtused on universaalsed ja pole seotud kindla kultuuriga.

Teose tõlkimise juures pöörati kõige rohkem tähelepanu tõlke toimetamisele, mille erinevatele etappidele magistriprojektis keskendutakse. Võib öelda, et toimetamine on tõlkimisprotsessi osa, mis mõnikord jääb tõlkimise juures tagaplaanile, ometigi on see üks olulisemaid etappe tõlkimisprotsessis, ilma milleta ei saa garanteerida hea kvaliteediga tõlget. Seega oligi autori eesmärk pakkuda ülevaadet toimetamise etappide kohta, et neid seejärel toimetamise ajal rakendada ning nende kasulikkuse kohta järeldusi teha.

Töö on jagatud kolmeks suuremaks osaks, milleks on sihttekst, teoreetiline raamistik, milles räägitakse nii tõlkimisest kui toimetamisest, ja tõlkeprobleemide analüüs. Analüüsis arutatakse toimetamisprotsessi üle ja keskendutakse juba konkreetsematele probleemidele. Autor kasutas toimetamise ajal Christiane Nordi *looping*-teooriat ja eelkõige Brian Mossopi toimetamisega seotud kategooriaid ja ülesandeid.

Tõlkimiseks valiti Czerski teose sissejuhatus ja esimene peatükk.

## 1. Sihttekst

### Sissejuhatus

ME ELAME kõige äärel, kükitades planeet Maa ja ülejäänud universumi piiril. Selgel ööl võivad kõik imetleda mustmiljonit eredat tähte, tuttavat ja igavest, mis tähistavad meie ainulaadset kohta kosmoses. Kõik tsivilisatsioonid on tähti näinud, kuid keegi pole neid puudutanud. Meie maapealne kodu on vastupidine: segamini, muutlik, uudsusest pakatav ja täis asju, mida me iga päev katsume ja paremaks muudame. Siia tasub vaadata, kui oled huvitatud, mis universumi tiksuma paneb. Füüsiline maailm on jahmatamapanevalt mitmekesine ning selle aluseks on samad põhimõtted ja aatomid, mis erinevatel viisidel ühinedes loovad rikkalikke tulemusi. Kuid see mitmekesisus pole juhuslik. Maailm on täis mustreid.

Kui valada tee sisse piima ja seda korra segada, võib näha pööriseid ehk spiraali kahest vedelikust, mis tiirlevad vaevu kokku puutudes üksteise ümber. Enne kahe vedeliku täielikku segunemist püsib spiraal teetassis vaid mõni sekund. Kuid see on märkamiseks piisavalt kaua tassis, tuletades meelde, et vedelikud segunevad kaunites keerlevates mustrites ning ei ühine silmapilkselt. Samasugust mustrit võib näha ka mujal ning põhjus jääb samaks. Kui vaadata kosmosest alla maa peale, võib tihti näha sarnaseid pööriseid pilvedes, kus soe ja külm õhk segunemise asemel üksteise ümber keerlevad. Need pöörised rulluvad läänest üle Atlandi ookeani Suurbritanniasse korrapäraselt, põhjustades seal kurikuulsalt muutlikku ilma. Pöörised tekivad põhja pool oleva külma polaarõhu ja lõuna pool oleva sooja troopilise õhu piiril. Jahe ja soe õhk ajavad üksteist ringiratast taga ja mustreid on lihtne satelliitpiltide pealt näha. Pööriseid nimetatakse madalrõhkkonnaks või tsükloniteks ning kui spiraali otsad meist mööda keerlevad, kogeme kiireid muutuseid tuule, vihma ja päikesepaiste vahel.

Võib tunduda, et pöörleval tormil on vähe pistmist segatud teega, aga mustrite sarnasus pole vaid kokkusattumus. See vihjab millelegi palju olulisemale. Mõlemas peitub korrapärane alus kõikide selliste avastatud vormide jaoks, mida on uurinud ja kõikvõimalike eksperimentide abil katsetanud paljud põlvkonnad. Seda avastamisprotsessi kutsutakse teaduseks: meie arusaamade lõppematut viimistlemist ja katsetamist koos täiendava uurimisega, mis paljastab veel rohkem mõistmist nõudvaid asju.

Mõnikord on mustreid uutes kohtades kerge näha. Kuid mõnikord on seos peidetud ja seega on avastus palju rahuldust pakkuvam. Näiteks ei pruugi arvatagi, et skorpionitel ja

jalgratturitel on palju ühist. Kuid nad kasutavad elus püsimiseks samasugust teaduslikku trikki, kuigi erinevatel viisidel.

Kuupaistetu öö Põhja-Ameerika kõrbes on külm ja vaikne. Millegi leidmine siin näib pea võimatu, sest maapinda valgustab vaid tuhm tähevalgus. Kuid ühe kindla aarde leidmiseks tuleb end varustada erilise taskulambiga ja pimedusse kõndida. Taskulamp peab olema selline, mis toodab meie liigile nähtamatut ultravioletvalgust. Kui valgusvihk mööda maad uitab, on peaaegu võimatu öelda, kuhu see suunatud on, kuna see on nähtamatu. Äkki on näha välgatust ja pimedat kõrbet lõhestab millegi tontlikult ereda ja sinakasroheline ehmunud sibamine. See on skorpion.

Nii otsivad skorpione entusiastid. Nende mustade ämblikulaadsete välisskelettides on pigmendid, mis neelavad meile nähtamatut ultravioletvalgust ja peegeldavad tagasi juba nähtavat valgust. See on tõeliselt kaval meetod, kuid kui skorpioneid karta, siis võib vaimustus selle üle natuke väiksem olla. Sellist valgustrikki kutsutakse fluorestsentsiks. Arvatakse, et skorpionid helendavad sinakasroheliselt, sest nad on kohanenud leidma hämaras parimaid peidukohti. Ultravioletvalgus ei kao kunagi, aga videviku ajal, kui päike on just horisondi taha vajunud, on suurem osa nähtavast valgusest kadunud ja alles on vaid ultravioletvalgus. See tähendab, et kui skorpion on lageda taeva all, on ta helendav ja kergesti üles leitav, sest ümbruses pole rohkem sinise või roheline valguse allikaid. Kui skorpion on vaid natukenegi nähtaval, märkab ta enda helendust ja teab, et vajab paremat peidukohta. See on elegantne ja tõhus märguandmissüsteem – või vähemalt oli enne seda, kui kohale ilmusid ultraviolettaskulampe kandvad inimesed.

Ämblikulaadsete õnneks pole vaja olla skorpionite asustatud kõrbes, et fluorestsentsvalgust näha, sest see on üsna tavaline ka kahvatutel hommikutel linnades. Tuleb veel kord silmitseda ohuteadlikke jalgrattureid, kelle helkurvestid tunduvad ümbrusega võrreldes kummaliselt heledad. Tundub, nagu nad helendaks, mida nad ka teevad. Pilvistel päevadel tõkestavad pilved nähtavat valgust, aga siiski pääseb neist läbi palju ultravioletkiirgust. Helkurvestides olevad pigmendid neelavad ultravioletvalgust ja kiirgavad nähtavat valgust. See on täpselt sama trikk, mida skorpionid kasutavad, aga erineval põhjusel. Jalgratturid *tahavad* helendada, sest kui nad kiirgavad lisavalgust, on neid parem näha ja seega on neil turvalisem. Sellist tüüpi fluorestsents on inimestele nagu tasuta lõuna – kuna me ei märka ultravioletvalgust, ei kaota me midagi, kui see muudetakse millekski kasulikuks.

On paeluv, et see üldse juhtub, aga ma olen tõeliselt rõõmus mitte ainult sellepärast, et

see füüsikanähtus on huvitav, vaid ka sellepärast, et see on tööriist, mida endaga kaasas kanda. Sellest võib kõikjal kasu olla. Praegusel juhul aitab sama nähtus nii skorpionitel kui ka jalgratturitel ellu jääda. Samuti paneb see ultravioletvalguses helendama tooniku, sest selles sisalduval kiniinil on samasugune omadus. Just sellepärast muutub pesu valgemaks ja töötavad markerid. Järgmine kord markeeritud löiku vaadates võib mõelda, et markeritint toimib samuti ultravioletvalguse andurina ja isegi kui seda pole silmaga näha, näitab helendamine, et valgus on olemas.

Ma õppisin füüsikat, sest see seletas asju, mille vastu ma huvi tundsin. See võimaldas mul ringi vaadata ja näha mehhanisme, mis meie igapäevase maailma tiksuma panevad. Mis kõige parem, see laskis mul ise asju avastada. Kuigi praegu olen ma elukutseline füüsik, pole paljud asjad, mida ma enda jaoks avastanud olen, seotud laborite, keerulise arvutitarkvara või kulukate katsetega. Kõige vaimustavamad avastused pärinevad juhuslikest asjadest, mille kallal ma nokitsesin, kui mul polnud mõtteski teadust teha. Mõne põhilise füüsikanähtuse tundmine muudab maailma mängumaaks.

Arvamused köökide, aedade ja linnatänavatega seotud teaduse kohta on mõnikord üleolevad. Seda nähakse kui midagi, mis sisustab laste aega, juhivad tähelepanu kõrvale ja on oluline noorte jaoks, kuid mitte täiskasvanutele. Täiskasvanud inimene võib osta universumist rääkiva raamatu ja seda peetakse tõeliseks täiskasvanule sobivaks teemaks. Kuid selline hoiak ei arvesta midagi olulist: samasugused füüsikanähtused kehtivad kõikjal. Rõstri abil võib õppida mitmeid kõige olulisemaid füüsikaseadusi ja rõstri eelis on, et see on suure tõenäosusega kõigil olemas, et seaduste toimimises ise veenduda. Füüsika on suurepärase just sellepärast, et mustrid on universaalsed, need kehtivad nii köögis kui universumi kõige kaugemates soppides. Rõstri uurimise eelis on, et pole kunagi põhjust universumi temperatuuri pärast muretseda – põhjus, miks rõst sai on tuline, on niigi teada. Kui kord juba mustriiga tuttav olla, on seda märgata paljudes teistes kohtades, millest mõned on seotud inimühiskonna kõige muljetavaldavate saavutustega. Igapäevase teaduse õppimine viib otse taustateadmiseni maailma kohta, mida on ühiskonnas kõikidel vaja.

Kas oled pidanud kunagi vahet tegema toorel ja keedetud munadel ilma neid koorimata? Seda on lihtne teha. Aseta muna siledale kõvale pinnale ja pane see pöörlema. Mõne hetke pärast puuduta ühe sõrmega kergelt koort, et muna lõpetaks pöörlemise. Muna võib liikumatult seisma jääda. Aga pärast sekundit või kahte võib see uuesti pöörlema hakata. Toored ja keedetud munad näevad väljast samasugused välja, aga nende sisemus on erinev ja seal peitubki

kogu saladus. Kui puudutasid keedetud muna, peatasid sa terve tahke objekti. Aga kui peatasid toore muna, peatus vaid selle kest. Muna sees olev vedelik ei lõpetanud keerlemist ja seega hakkas koor peale mõnda sekundit uuesti pöörlema, sest selle sisemus tiris seda kaasa. Kui see tundub uskumatu, võta muna ja proovi järele. See on füüsikapõhimõte, et esemetel on kalduvus jätkata samasugust liikumist, kui keegi neid ei lükka ega tõmba. Praegusel juhul jääb munavalge keerlemiskiirus samaks, sest sellel polnud põhjust peatuda. Seda nähtust kutsutakse impulsi jäävuse seaduseks. Ning see ei tööta vaid munade puhul.

Hubble'i kosmoseteleskoobilt, orbiidil olevalt silmalt, mis on meie planeedi ümber tiirelnud alates aastast 1990, on tulnud mitmed tuhanded imepärsed pildid kosmosest. See on saatnud pilte Marsist, Uraani rõngastest, Linnutee kõige vanematest tähtedest, suurepärselt nimetatud Sombreero galaktikast ja hiiglaslikust Krabi udukogust. Kuid kuidas on võimalik vabalt kosmoses hõljudes ja neid valgustäpikesi vaadates paigal püsida? Kuidas aru saada, kuhupoole see suunatud on? Hubble'il on kuus güroskoopi ehk ratast, mis teevad 19 200 pööret sekundis. Impulsi jäävuse seaduse järgi pöörlevad rattad sellise tempoga igavesti, sest miski ei aeglusta neid. Pöörlemistelg jääb alati samasse suunda, sest sel pole põhjust liikuda. Güroskoobid annavad Hubble'ile võrdlemiseks kindla suuna, nii et selle optika saab lukustuda kaugetele objektile nii kaua kui vaja. Meie tsivilisatsiooni ühe kõige arenenuma tehnoloogilise eseme suunamiseks kasutatavat füüsikalist põhimõtet saab tõestada köögis muna abil.

Just sellepärast armastan ma füüsikat. Kõik õpitu tuleb hiljem kuskil mujal kasuks ning see kõik on üks suur seiklus, sest pole teada, kuhu tee järgmisena viib. Niipalju kui me teame, kehtivad Maal täheldatud füüsikalised seadused kõikjal universumis. Paljud meie universumi koostisosad on kõigile kättesaadavad. Võid ise järele proovida. Munast õpitu koorub põhimõtteks, mis kehtib kõikjal. Kui astud oma vastkoorunud arusaamaga välja, tundub maailm teistsugune.

Minevikus oli teave kallim kui praegu. Kõik õpitud tarkus oli raskelt väljateenitud ja väärtuslik. Praegu elame me teadmisteokeani kallastel, kus on tihti tsunamid, mis meie meelerahu häirivad. Kui on võimalik eluga hakkama saada nii nagu alati, siis milleks otsida uusi teadmisi ja niiviisi kõike keeruliseks muuta? Hubble'i kosmoseteleskoop on ju tore, aga kas see muudab üldse midagi, kui see ei vaata just aeg-ajalt alla, et aidata leida kadunud võtmeid, kui oled koosolekule hilinemas?

Inimestel on maailma vastu suur huvi ning me oleme äärmiselt rõõmsad, kui meie uudishimu saab rahuldatud. Protsess on veelgi toredam, kui avastad ise midagi, või jagad oma

avastusretke teistega. Ning füüsikaseadused, mida katsetades õpid, kehtivad ka uute meditsiinitehnoloogiate, ilma, mobiiltelefonide, isepuhastuvate riiete ja tuumasünteesireaktorite puhul. Nüüdisaegne elu on täis keerulisi otsuseid: kas kallim säästupirn tasub end ära? Kas magades on mobiiltelefoni voodi kõrval hoidmine ohutu? Kas ilmateadet võib usaldada? Mis vahet sel on, kas päikesepriididel on polariseeruvad klaasid või mitte? Spetsiifiliste vastuste jaoks aluspõhimõtetest üksi ei piisa, aga need aitavad luua konteksti, mis on õigete küsimuste küsimiseks vajalik. Ning kui oleme harjunud ise asju avastama, ei tunne me end abituna, kui vastus pole esimese korraga ilmselge. Me teame, et natukesest lisamõtlemisest piisab, et asju selgemaks teha. Kriitiline mõtlemine on maailma mõistmise jaoks hädavajalik, eriti sellepärast, et reklaamid ja poliitikud väidavad, et nemad teavad kõige paremini mis on mis. Me peame olema suutelised kaaluma tõendusmaterjali ja otsustama, kas me nõustume reklaamide ja poliitikutega. Ning kaalukausil on rohkem kui meie igapäevane elu. Me vastutame oma tsivilisatsiooni eest. Me käime valimas, me teeme otsuseid, mida osta ja kuidas elada, ning me marsime ühiselt mööda inimajaloorada. Mitte keegi pole suuteline mõistma meie keerulise maailma igat üksikasja, aga aluspõhimõtted on erakordselt väärtuslikud tööriistad, mida sellel teekonnal ära kasutada.

Selle kõige pärast arvan ma, et meie ümber maailmas olevate füüsiliste esemetega mängimine on rohkem kui „lihtsalt lõbus“, isegi kui mulle meeldib kohutaval kombel ka lõbutsemine lõbutsemise pärast. Teadus ei tähenda vaid faktide kogumist, see on loogiline protsess asjade selgitamiseks. Teaduse mõte on see, et kõik võivad andmeid vaadata ja läbimõeldud järeldusteni jõuda. Alguses võivad need järeldused olla erinevad, kuid siis tuleb koguda rohkem andmeid, mis aitavad otsustada ühe või teise maailmavaate vahel, ning lõpuks on järeldused samad. Just see eristab teadust teistest aladest – teaduslikul hüpoteesil peavad olema kindlad katsetatavad oletused. See tähendab, et kui kellelgi on idee, kuidas miski tema arvates töötab, tuleb tal järgmisena välja mõelda, mis selle idee tagajärjed võiksid olla. Eelkõige tuleb otsida tagajärge, mida on võimalik katsetada, ja seejärel tagajärge, mida saab vastupidiselt tõestada. Kui hüpotees läbib kõikvõimalikud katsed, nõustutakse ettevaatlikult, et see on ilmselt maailma seletamiseks hea mudel. Teaduses üritatakse alati vastupidist tõestada, sest see on kiireim viis avastamiseks seda, mis tegelikult toimub.

Maailmaga eksperimenteerimiseks ei pea olema väljaõppinud teadlane. Mõne füüsikalise aluspõhimõtte teadmine aitab avastada palju asju. Mõnikord ei pea see olema isegi korrastatud protsess, sest pusletükid langevad peaaegu et ise õigetesse kohtadesse.



Üks mu lemmikuid avastusretki algas pettumusega: ma tegin mustikamoosi ja see tuli välja roosa. Ere fuksiaroosa. See juhtus mõned aastad tagasi, kui ma elasin Rhode Islandil, kus tegin viimaseid korraldusi enne Ühendkuningriiki tagasi kolimist. Enamik asju oli korraldatud, aga ma tahtsin enne lahkumist leida kindlasti aega veel ühe projekti jaoks. Ma olin alati mustikaid armastanud – need olid veidike eksootilised, ülimalt värvilised ning kaunitult ja veidralt sinised. Enamikus kohtades, kus ma elanud olen, müüakse mustikaid pettumust valmistavalt väikestes kogustes, kuid Rhode Islandil kasvas neid rohkesti. Ma tahtsin osa suvisest mustikasaagist muuta siniseks moosiks, mida Ühendkuningriiki kaasa võtta. Seega veetsin ühe oma viimastest hommikutest Rhode Islandil mustikaid korjates ja sorteerides.

Kõige olulisem ja põnevam osa mustikamoosist on kindlasti selle sinine värv. Vähemalt nii ma arvasin. Kuid loodus mängis mulle vingerpussi. Pulbitseva moosi pott oli kõike muud kui sinine. Ma täitsin moosipurgid ning moos ise maitses tõesti hästi. Aga mind ja mu roosat moosi jälitas Ühendkuningriigini pettumus ja segadus.

Kuus kuud hiljem palus sõber minult abi ühe ajaloolise mõistatuse lahendamiseks. Ta filmis telesarja nõidadest ning ütles, et leidus asitõendeid selle kohta, kuidas „teadjanaised“ keetsid raudürdi lehti vees ja määrisid seda hiljem inimeste nahale, et välja selgitada, kas nad olid nõiutud. Ta arutles, kas teadjanaised võisid äkki midagi kindlat mõõta, isegi kui see polnud nende eesmärk. Ma uurisin natuke asja ja leidsin, et võibolla nii oligi.

Lillad raudürdililled, nagu ka punane kapsas, veriapelsin ning paljud teised punased ja lillad taimed sisaldavad keemilisi ühendeid, mida kutsutakse antotsüaniinideks. Antotsüaniinid on pigmendid, mis annavad taimedele eredad värvid. Pigmente on erinevaid, seega on ka värv veidike erinev, kuid neil kõigil on samasugune molekulaarstruktuur. Kuid see pole veel kõik. Värv sõltub ka sellest, kui happeline on vedelik, milles molekul on – seda kutsutakse pH-väärtuseks. Kui muuta see keskkond natuke happelisemaks või aluseliseks, muudavad molekulid natuke oma kuju ja seega muutub ka nende värv. Nad näitavad midagi ja on looduse enda lakmuspaberid.

Sellega võib köögis väga lõbus olla. Pigmenti saamiseks on vaja taime keeta, nii et keeda tükki punast kapsast vees ja jäta vesi pärast alles (see on nüüd lilla). Sega osa veest äädikaga ja see muutub punaseks. Pesupulbriga (tugeva leelise) segamine muudab vee kollaseks või rohelisteks. Tulemustega on võimalik luua terve vikerkaar, kasutades vaid köögis leiduvaid asju. Ma tean sellest rääkida, sest nii ma tegingi. Mulle meeldib see avastus, sest antotsüaniinid leidub kõikjal ja need on kõigile kättesaadavad. Keemiavarustust pole vajagi!

Nii et võibolla kasutasid need teadjanaised raudürti hoopiski pH määramiseks ja mitte nõiduse testimiseks. Naha pH on loomupäraselt erinev ja raudürdisegu nahale määrimine võib tekitada erinevate inimeste puhul erinevaid värve. Lilla kapsavesi muutus siniseks, kui ma olin peale pikka jooksu üleni higine, kuid see jäi lillaks, kui ma polnud trenni teinud. Teadjanaised võisid märgata, et erinevad inimesed muutsid raudürdipigmente erinevatel viisidel ja tõlgendasid seda omamoodi. Me ei saa seda kunagi kindlalt teada, aga see tundub minu jaoks mõistlik hüpotees.

Niipalju ajaloost. Ning siis meenusid mulle mustikad ja moos. Mustikad on sinised, sest nad sisaldavad antotsüaniine. Moosis on vaid neli koostisosa: puuviljad, suhkur, vesi ja sidrunimahl. Sidrunimahl aitab puuviljades oleval naturaalsel pektiinil moosi paksemaks teha. Sidrunimahl toimib nii, sest see on hape. Minu mustikamoos oli roosa, sest keedetud mustikad toimisid kui kastrulisuurune lakmuspaber. Moosi paksenemiseks pidigi see olema roosa. Elevus selle avastamisest suutis peaaegu korvata mu pettumust, et ma ei saanudki sinist moosi teha. Peaaegu. Kuid avastus, et ühest puuviljast võib luua terve vikerkaare, on aare, mis väärib ohverdusi.

Selle raamatu mõte on siduda väikesed igapäevased nähtused selle suure maailmaga, milles me elame. Tegemist on lõbusa mürgliga läbi füüsikalise maailma, mis näitab, kuidas popkorni, kohviplekkide, külmikumagnetite ja muude sarnaste asjadega mängimine võib heita valgust polaaruurija Scotti retkedele, meditsiinitestidele ja meie tulevase energiavajaduse lahendamisele. Teadus pole vaid „nende“ pärusmaa, see puudutab ka „meid“ ja me kõik võime selle teekonna ette võtta omal viisil. Iga peatükk algab millegi väikse ja igapäevasega, millegagi, mida oleme näinud mitmeid kordi, kuid millest pole ilmselt varem mõelnud. Iga peatüki lõpuks näeme, kuidas need samad mustrid aitavad seletada mõningaid meie aja kõige tähtsamaid teadusnähtusi ja tehnoloogilisi saavutusi. Iga tilluke otsirännak on iseenesest tulutoov, aga see tasub tõeliselt ära siis, kui kõik tükid kokku panna.

Teadmine, kuidas maailm töötab, on veel ühe asja pärast kasulik, ning sellest ei räägi teadlased piisavalt palju. Maailmast arusaamine muudab maailmavaadet. Maailm on füüsikaliste mustrite mosaiik ja kui olla kord juba aluspõhimõtetega kursis, võib näha, kuidas need mustrid omavahel kokku sobituvad. Ma loodan, et seda raamatut lugedes kasvavad peatükkides peituvad teaduslikud ideed aegamisi uueks maailmanägemise viisiks. Raamatu viimane peatükk uurib, kuidas mustrid kokku sobituvad, luues kolm elu alal hoidvat süsteemi: inimkeha, meie planeedi ja meie tsivilisatsiooni. Kuid sa ei pea minu vaatenurgaga nõustuma.

Teaduse olemus on ise põhimõtetega katsetamine, kogu saadaval tõendusmaterjali arvesse võtmine ja omaenda järelduste tegemine. Teetass on vaid algus.

1

## **Popkorn ja raketid**

### *Gaaside seadused*

KÖÖGIS TOIMUVAID plahvatusi peetakse üldiselt üpris halvaks. Aga mõnikord võib väike plahvatus luua midagi oivalist. Kuivatatud maisiterades on palju toredaid toidulaadseid koostisaineid – süsivesikuid, valkusi, rauda ja kaaliumit –, aga need on pakitud äärmiselt tihedalt ja kaetud kõva vastupidava kestaga. Terade potentsiaal on suur, aga nende söögikõlblikuks muutmiseks on vaja äärmuslikku ümberkorraldust. Plahvatus sobib selleks ideaalselt ja väga käepäraselt peituvad seemnes selle enda hävituse alged. Eile õhtul tegelesin ma veidike ballistilise kokkamisega ja tegin popkorni. Alati on tore avastada, et vastupidav vaenulik väliskest võib endas peita pehmet sisu, aga miks muutub maisitera tükkideks plahvatamise asemel hoopis valgeks tupsuks?

Kui õli potis oli kuum, lisasin sinna lusikataie terasid, katsin poti kaanega ja jätsin selle omapead, et samal ajal teevesi keema panna. Väljas mässas tohutu maru ja akent peksid suured vihmapiisad. Õlis olev mais sisises vaikselt. Mulle tundus, et potis ei toimu midagi, aga tegelikult oli seal juba midagi sündimas. Igas maisiteras on idu, mis on uue taime alge, ja endosperm, mis on uuele taimel toiduks. Endosperm koosneb graanuliteks pakitud tärglisest ja selles on umbes 14% vett. Kuna maisiterad olid kuumas õlis, hakkas see vesi aurustuma. Soojemad molekulid liiguvad kiiremini, seega kui terad kuuenesid, hüppas nendes auruna ringi järjest rohkem veemolekule. Maisitera kesta evolutsiooniline eesmärk on pidada vastu välistele rünnakutele, aga nüüd pidi see tagasi hoidma sisemist vastupanu ja toimis tillukese kiirkeedupoti sarnaselt. Kuna auruks muutunud veemolekulidel polnud väljapääsu, tõusis teras olev rõhk järjest rohkem. Gaasimolekulid pörkusid pidevalt üksteise ja kesta vastu ning kui gaasimolekulide arv kasvas ja need liikusid kiiremini, peksid nad järjest tugevamini kesta vastu.

Kiirkeedupotid toimivad põhimõttel, et kuum aur küpsetab asju väga tõhusalt; popkorni sees toimub sama. Sellel ajal kui ma teekotikesi otsisin, muudeti tärglisegraanulid kokkusurutud

püdelaks plögaks ning rõhk aina tõusis. Popkornitera väliskest suudab sellist pinget taluda vaid kindla piirini. Kui kesta sees tõuseb temperatuur 180 °C-ni ja rõhk on peaaegu kümme korda suurem meid ümbritseva õhu rõhust, on plöga võidu äärel.

Ma raputasin kergelt potti ja kuulsin esimest summutatud pauku selle sees ringi kajamas. Pärast mõnda sekundit tundus nagu tulistataks seal väikesest kuulipildujast, ja ma nägin, kuidas kaas üles tõusis, kui terad selle vastu põrkusid. Igat pauku saatis potikaane alt väljuv üpriski muljetavaldav aurupahvak. Ma jätsin poti hetkeks üksinda, et teed valada, ning nende väheste sekundite jooksul nihutas potist tulev tulv potikaant ja tupsud hakkasid õhku tõustes põgenema.

Katastroofihetkel muutuvad reeglid. Selle hetkeni on kindel kogus veeauru lõksus ja rõhk, mida see kesta sisepinnale avaldab, tõuseb vastavalt temperatuuri tõusule. Aga kui kõva kest lõpuks alla annab, paljastatakse sisu potis oleva õhu rõhule ja mahul pole enam piire. Tärglisene plöga on ikka veel täis tuliseid kiirelt liikuvaid molekule, aga miski ei suru nendele teiselt poolt vastu. Seega paisub tera plahvatuslikult, kuni sisemine rõhk ühtib välimise rõhuga. Kokkusurutud valge plöga muutub tera pahupidi pöörates suureks valgeks kohevaks vahuks ja tahkub jahtudes. Muundumine on lõpule viidud.

Popkorni potist kallates tulid ilmsiks mõned järelejäänud terad. Kõrbenud tume paisumata mais kõrises kurvvalt potipõhjas ringi. Kui välimine kest on viga saanud, põgeneb veeaur kuumutades ja rõhk teras ei tõuse. Teraviljadest paisub ainult popkorn, sest teistel teraviljadel on poorsed kestad. Kui tera on liiga kuiv näiteks valed ajal koristamise tõttu, pole selles vajalikul määral vett, et rõhk kesta purustamiseks piisavalt kõrgele tõuseks. Ilma vägivaldse plahvatuseta jääb mittesöödav maisitera mittesöödavaks.

Ma viisin kausitäie täiuslikult valmistatud tupsusid ja teetassi akna juurde ning vaatasin seistes tormi. Hävitus ei pea alati ilmtingimata halb olema.

\*

Lihtsuses peitub võlu. Ning on veelgi rahuldust pakkuvam, kui võlu peitub ka keerukuses. Minu jaoks on seadused, millega seletatakse gaaside käitumist nagu optilised illusioonid, mille puhul arvad, et näed ühte asja, aga siis pilgutad silmi, vaatad uuesti ja näed hoopis midagi muud.

Me elame aatomitest tehtud maailmas. Iga imetillukest mateeriakübet ümbritseb iseloomulik negatiivselt laetud elektronide muster, mis on kaaslasteks raskele positiivselt laetud tuumale kübeme keskel. Keemia on lugu sellest, kuidas need kaaslased jagavad vormi muutes, kuid alati kvantmaailma rangeid reegleid järgides oma kohustusi mitme aatomi vahel, moodustades koos vangistatud tuumaga suurema mustri, mida nimetatakse molekuliks. Seda

kirjutades on õhus, mida ma hingan, palju paare hapnikuaatomeid (iga paar on üks hapnikumolekul), mis liiguvad umbes 1500 km/h ja põrkavad kokku lämmastikuaatomite paaridega, mis liiguvad umbes 300 km/h, seejärel võibolla põrgates kokku vee molekuliga, mis liigub 1600 km/h. See on kohutavalt segane ja keeruline – erinevad aatomid, molekulid ja kiirused – ning igas kuupsentimeetris õhus on umbes 30 000 000 000 000 000 000 ( $3 \times 10^{19}$ ) individuaalset molekuli, millest igaüks põrkub umbes miljard korda sekundis. Seda arvestades võib mõelda, et parem oleks lõpetada kuni veel võimalik ja hakata tegelema hoopis ajukirurgia, majandusteooria või superarvutite häkkimisega. Igatahes millegi lihtsamaga. Nii et ongi vist parem, et esimesed pioneerid, kes avastasid, kuidas gaasid käituvad, ei teadnud selle kõige kohta midagi. Teadmatusel on ka häid külgi. Aatomite mõistet kasutati teaduses alles varastel 1800. aastatel ja nende olemasolu tõestati ümberlükkamatult umbes 1905. aastal. Aastal 1662 oli Robert Boyle'il ja tema abilisel Robert Hooke'il vaid klaasnõud, elavhõbe, natuke kinnipüütud õhuosakesi ja täpselt parajal määral teadmatust. Nad avastasid, et kui õhumullile avaldatud rõhk tõusis, vähenes selle ruumala. Seda kutsutakse Boyle'i seaduseks ja selle järgi muutub gaasi rõhk pöördvõrdeliselt ruumalaga. Sajand hiljem avastas Jacques Charles, et gaasi ruumala on vahetult võrdeline selle temperatuuriga. Kui kahekordistada temperatuuri, kahekordistub ka ruumala. See on peaaegu uskumatu. Kuidas võib nii paljude aatomitega seotud keerukust viia millegi nii lihtsa ja järjekindlani?

\*

Viimane sõõm õhku, viimane rahulik löök lihava sabaga ja hiiglane jätab atmosfääri selja taha. Kõik, mida kašelott järgmise neljakümne viie minuti jooksul elus püsimiseks vajab, on varutud ta kehasse ning jaht algab. Tema autasu on hiidkalmaar, kummine koletis, kes on varustatud kombitsate, tugevate iminappade ja hirmuäratava nokaga. Oma saagi leidmiseks peab kašelott võtma ette teekonna ookeani pimedasse sügavusse, kohtadesse, mis iial päikesevalgust ei näe. Tavaliselt sukelduvad kašelotid 500–1000 m sügavusele; mõõdetud rekord on umbes 2 km. Kašelott kombib pimedust äärmiselt laia ulatusega kajalokatsiooniga, oodates õrna kaja, mis viitab sellele, et õhtusõök võib lähedal olla. Ja hiidkalmaar hõljub pahaaimamatult teadmatuses, sest ta on kurt.

Kõige väärtuslikum aare, mida kašelott endaga alla süngesse hämarusse kannab, on hapnik, mida vajavad keemilised reaktsioonid, mis annavad energiat ujumislihastele ja hoiavad kašelotti elus. Aga atmosfäärist pärit gaasiline hapnik on sügavikkudes probleem – õigupoolest muutub kašeloti kopsudes olev õhk probleemiks juba siis, kui vaal pinnalt lahkub. Iga allapoole

ujutud meetri kohta surub lisandunud vee raskus sissepoole. Lämmastiku- ja hapnikumolekulid põrkavad üksteise ja kopsuseinte vastu ning iga kokkupõrget saadab tibatilluke tõuge. Veepinnal on sissepoole ja väljapoole tõuked kašlotis tasakaalus. Aga kui see hiiglane alla laskub, surub teda pea kohal oleva vee lisaraskus ja väljast tulev surve ületab seest tuleva tõuke. Seega langevad kopsuseinad sissepoole, kuni saavutatakse tasakaal: olek, kus surve ja tõuge on jälle võrdsed. Tasakaal saavutatakse, sest kui kašloti kopsud kokku tõmbuvad, on igal molekulil vähem ruumi ja nendevahelised kokkupõrked muutuvad sagedamaks. See tähendab, et molekulid põrkavad iga kopsu osa vastu, tõstes sisemist rõhku, kuni põrkavad molekulid suudavad välimiste molekulidega võrdselt võistelda. Piisab kümnest meetrist veest, et atmosfäärirõhk kahekordistuks. Nii et isegi sellisel sügavusel, kus vaal võiks ikka veel hõlpsasti veepinda näha (kui ta peaks tahtma), väheneb kašloti kopsude ruumala poole võrra. See tähendab, et kopsuseintele avaldub kaks korda rohkem molekulaarseid kokkupõrkeid, mis on võrdne väljast tuleva rõhuga. Aga kalmaar võib olla 1 km sügavusel ja seal olev tohutu veerõhk tähendab, et kopsud peaksid kahanema vaid 1% ruumalani sellest, mis neil on veepinnal.

Lõpuks kuuleb kašlott ühe oma valju helisignaali peegeldust. Kokkutõmbunud kopsudega, abiks vaid kajalokatsioon, peab kašlott nüüd ääretus pimeduses end võitluseks valmis seadma. Hiidkalmaar on ohtlik ja kui ta lõpuks isegi alla annab, võib kašlott mõnikord eemale ujuda kohutavate armidega. Kui ta kopsudes pole hapnikku, siis kuidas on tal võitlemiseks üldse energiat?

Kahanenud kopsude probleem on selles, et isegi kui nende ruumala on üks sajandik sellest, mis neil on veepinnal, on gaasi rõhk nendes atmosfäärirõhust sada korda suurem. Kopsusombide juures, kopsude õrnas osas, kus hapnik ja süsihappegaas liiguvad verre ja verest välja, lükkaks rõhk nii üleliigse lämmastiku kui ka üleliigse hapniku kašloti vereringesse, et gaasid seal lahustuksid. Tagajärg oleks raske sukeldujatel esinev kiirest õhurõhu vahetusest tingitud kessoontõbi ja kui kašlott naaseks tagasi veepinnale, muutuks üleliigne lämmastik tema veres mullideks, põhjustades mitmekülgset kahju. Evolutsiooniline lahendus on sombid juba siis sulgeda, kui kašlott veepinnalt lahkub. Muid võimalusi pole. Aga kašlott pääseb oma energiavarudele ligi, sest tema veri ja lihased on võimelised varuma suurtes kogustes hapnikku. Kašlotil on kaks korda rohkem hemoglobiini kui inimestel ja umbes kümme korda rohkem müoglobiini (valku, mis salvestab lihastesse energiat). Kašlott täitis neid tohutuid tagavarasid veepinnal. Kašlotid ei hinga sukeldumise ajal kunagi kopsude kaudu. See oleks äärmiselt

ohtlik. Ka ei kasuta nad vee all oma viimast hingetõmmet. Nad elavad – ja võitlevad – lihastes salvestunud ülejäägi, veepinnal kogutud tagavara arvel.

Keegi pole kunagi näinud võitlust kašeloti ja hiidkalmaari vahel. Aga surnud kašelottide maod sisaldavad rohkesti kalmaarinokkasid, ainsat kalmaari osa, mida on võimatu seedida. Nii et iga kašelott peab oma sisemuses võidetud lahingute üle arvet. Kui võidukas kašelott ujub tagasi päikesevalguse poole, suurenevad ta kopsud aegamisi ja ühenduvad uuesti tema vereringega. Rõhu langedes suureneb ruumala jälle, kuni see saavutab oma algpunkti.

Keerulise molekulaarse käitumise ühendamine statistikaga (mida tavaliselt ei seostata lihtsusega) on tegelikkuses kummaliselt arusaadav. Tegemist on tõesti paljude molekulidega, paljude kokkupõrgetega ja paljude erinevate kiirustega, aga ainsad kaks tähtsat tegurit on molekulide kiirusvahemik ja keskmine kokkupõrgete arv mahuti seintega. Rõhu määravad kokkupõrgete arv ja iga kokkupõrke tugevus (mille määrab molekuli kiirus ja mass). Ruumala määrab see sama rõhk, võrreldes väljast tuleva rõhuga. Ning temperatuur mõjub ruumalale natuke teistmoodi.

\*

„Kes oleks nüüd tavaliselt juba mures?“ Meie õpetaja Adam kannab valget kuube, mis on rõõmsalt ta koguka kõhu ümber pingul – täpselt see, mida ülemealiku pagari roll vajab. Tugev kokni aktsent on vaid boonus. Ta surgib laual olevat nukrat tainamassi, mis klammerdub ta külge nagu oleks see elus – ning loomulikult see ongi. „Hea saiapätsi jaoks on meil vaja õhku,“ teatab ta. Ma olen pagarikoolis, kus mulle õpetatakse, kuidas valmistada *focaccia*'t ehk traditsioonilist Itaalia lamedat leiba. Ma olen üsna kindel, et ma pole põlles kandnud sellest ajast saadik, kui olin kümneaastane. Ning kuigi ma olen küpsetanud palju saiapätsi, pole ma näinud kunagi täpselt sellise väljanägemisega tainast, nii et ma juba õpin midagi.

Adami juhiste põhjal hakkame me kuulekalt tainast nullist peale valmistama. Me segame värske pärmi veega ning siis jahu ja soolaga, seejärel sõtkume tainast hingele kasuliku entusiasmiga, et arendada tainas gluteeni ehk valku, mis muudab saia õhuliseks. Selle aja jooksul kui me venitame ja rebime taina füüsilist struktuuri, tegeleb struktuuris olev elav pärm suhkrute kääritamise ja süsihappegaasi valmistamisega. Nagu kõigis eelmistes minu valmistatud tainastes, pole ka selles üldsegi õhku, ainult palju süsihappegaasimullikesi. Tainas on veniv kleepuv kuldne bioreaktor, milles peituvat elu viljad on vangistatud, kergitades nii tainast. Kui esimene etapp on läbitud, kaetakse tainas kenasti oliiviõliga ning see kerkib seni, kuni me peseme käed, lauad ja üllatavalt paljud meid ümbritsevad asjad tainast puhtaks. Iga

käärimisreaktsioon toodab kaks süsihappegaasimolekuli, mille pärm välja heidab. Süsihappegaas või CO<sub>2</sub> – kaks süsinikuaatomi külge kinnitunud hapnikuaatomit – on väike mittereageeriv molekul ja toatemperatuuril on sellel piisavalt energiat, et gaasina vabalt ringi hõljuda. Kui see leiab ennast mulli seest paljude teiste CO<sub>2</sub>-molekulidega, põrkab ta nendega mitmeid tunde kokku. Iga kord, kui see mõnda teist molekuli tabab, on tõenäoline, et toimub energiavahetus, täpselt nagu piljardis, kui pallid üksteise vastu põrkavad. Mõnikord jääb üks pall peaaegu täiesti seisma, samas kui teine võtab kogu energia endale ja kihutab kiiresti mujale. Mõnikord vahetatakse nende vahel energiat. Iga kord, kui molekul põrkab mulli gluteenirikka seinaga vastu, avaldub seinale survet. Just see paneb mullid kasvama – mida rohkem molekule mullis on, seda suurem ja järelejätmatu on survet väljapoole. Seega paisub mull seni, kuni atmosfäärirõhk on tasakaalus CO<sub>2</sub>-molekulide väljapoole survega. Mõnikord liiguvad CO<sub>2</sub>-molekulid seinaga tabades kiiresti ja mõnikord aeglaselt. Pagarid nagu füüsikudki ei hooli sellest, millised molekulid tabavad milliseid seinu millisel kiirusel, sest see taandub kõik statistikale. Toatemperatuuril atmosfäärirõhu korral liigub 29% molekulidest kiirusel 350 kuni 500 meetrit sekundis ja pole vahet, millised molekulid need on.

Adam lööb meie tähelepanu võitmiseks käed kokku ja toob kerkiva taina nähtavale nagu mustkunstnik. Ning siis teeb ta minu jaoks midagi uut. Ta venitab õliga kaetud taina välja ja voldib selle keskele kokku, üks tainäär kummaltki poolt. Selle eesmärk on voltide vahele õhku vangistada. Minu esimene väljaütlemata mõte on: „See on ju sohi tegemine!“, sest ma olin alati arvanud, et saias olev „õhk“ tuli pärmi tekitatud CO<sub>2</sub>-st. Kord nägin ma Jaapanis origamimeistrit, kes õpetas innukalt oma õpilastele, kuidas nurgelisel paberhobusel õigesti kleplinti kasutada, ja ma tundsin samasugust seletamatut nõrdimust nagu pagaritöökojas. Aga kui on vaja õhku, miks mitte seda kasutada? Kui sai on juba valmis, pole keegi targem. Ma alistun asjatundja teadmistele ja voldin vaguralt oma tainast. Mõned tunnid hiljem, pärast veel rohkem kerkimist, voltimist ja uskumatul hulgal oliiviõli lisamist, oli mu äsjasündinud *focaccia* ja selle mullid ahju pistmiseks valmis. Mõlemat sorti „õhumullid“ olid rambivalgusesse astumas.

Ahju sees valgus soojusenergia saia sisse. Ahjus olev rõhk oli jätkuvalt sama nagu väljas, aga saia temperatuur oli tõusnud järsku 20 °C-lt 250 °C-ni. Absoluutse temperatuuriskaala järgi tähendab see tõusu 293 kelvinilt 523 kelvinini, peaaegu kahekordset temperatuuritõusu. Gaasi puhul tähendab see, et molekulide kiirus suureneb. Vähem vaistlikum on see, et ühel kindlal molekulil pole oma temperatuuri. Gaasil ehk molekulide kobaral võib



olla temperatuur, aga üksikutel molekulidel selle sees mitte. Gaasi temperatuur on lihtsalt viis väljendamaks, kui palju on molekulidel keskmiselt liikumisenergiat, aga iga molekul muudab pidevalt oma kiirust, vahetades teistega kokku põrgates energiat. Iga molekul vahetab oma praegust energiat nagu autod autodroomil. Mida kiiremini nad liiguvad, seda tugevamini põrkavad nad mulliseinte vastu ja seda suuremat rõhku nad avaldavad. Kui sai ahju pandi, said gaasimolekulid äkki juurde palju rohkem soojusenergiat ja hakkasid seega kiiremini liikuma. Keskmise kiirus nihkus 480 meetrilt sekundis 660 meetrini sekundis. Nii et seesmine surve mulliseintele muutus palju tugevamaks ja miski ei surunud neile väljastpoolt vastu. Iga mull paisus temperatuurile vastavuses, surudes tainast väljapoole ja sundides seda paisuma. Kuid asi on selles, et õhumullid (enamjaolt lämmastik ja hapnik) paisusid samamoodi nagu CO<sub>2</sub>-mullid. See on mõistatuse viimane tükki. Tuleb välja, et pole vahet, mis tüüpi molekulidega on tegemist. Kui kahekordistada temperatuuri, kahekordistub endiselt ka ruumala (kui rõhku püsivana hoida). Või kui hoida temperatuuri püsivana ja kahekordistada temperatuuri, kahekordistub rõhk. On tähtsusetu, milliste aatomitega parajasti tegu on, sest statistika jääb samaks ükskõik millise segu puhul. Mitte keegi ei oskaks valminud saia vaadates öelda, millised mullid sisaldasid CO<sub>2</sub>-te ja millised õhku. Ning siis küpses ja tahenes mulle ümbritsev valkude ja süsivesinike maatriks. Mullide suurus oli kindlaks määratud. Kohev valge *focaccia* oli tagatud.

Gaaside käitumist seletab miski, mida kutsutakse „ideaalse gaasi olekuvõrrandiks“ ja selle ideaalsust õigustab tõsiasi, et see toimib. See toimib erakordselt hästi. Võrrandi järgi on kindla gaasi hulga korral rõhk pöördvõrdeline ruumalaga (kui kahekordistada rõhku, kahaneb ruumala poole võrra), temperatuur on võrdeline rõhuga (kui kahekordistada temperatuuri, kahekordistub rõhk) ja ruumala on kindla rõhu korral võrdeline temperatuuriga. Pole tähtis millise gaasiga on tegu, oluline on selles olevate molekulide arv. Ideaalse gaasi olekuvõrrand on alus sisepõlemismootoritele, kuumaõhupallidele ning popkornile. Ning see kehtib nii asjade kuumenedes kui ka nende jahtudes.

\*

Lõunapoolusele jõudmine oli inimkonna ajaloos oluline pöördepunkt. Tuntud polaaruurijad – Amundsen, Scott, Shackleton ja teised – on legendaarsed tegelased ning raamatud nende saavutustest ja läbikukkumistest on ühed parimad seiklusjutud maailmas. Ning nagu poleks kujuteldamatust külmast, toidupuudusest, raevukatest ookeanitest ja halva kvaliteediga riietest küllalt olnud, töötas ideaalse gaasi olekuvõrrand sõna otseses mõttes nende vastu.

Antarktika keskpaik on kõrge kuiv kiltmaa. See on kaetud paksu jääga, kuid lund sajab seal harva. Ere valge pind peegeldab peaaegu kogu viletsa päikesevalguse tagasi kosmosesse ja temperatuurid võivad langeda alla  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Siin on haudvaikne. Aatomitasandil on siinne atmosfäär loid, sest õhumolekulidel pole (külma tõttu) palju energiat ja nad liiguvad võrdlemisi aeglaselt. Ülevvalt tulev õhk langeb kiltmaale ja jää varastab sellelt soojuse. Külmem õhk muutub külmemaks. Rõhk on ühtlane, nii et õhk väheneb ruumalalt ja muutub tihedamaks. Molekulid on üksteisele lähemal, liiguvad aeglasemalt, olles võimetud piisavalt tugevalt väljapoole suruma, et võidelda neid ümbritseva sissepoole suruva õhuga. Kui maapind laskub mandri keskelt allapoole ookeani poole, liugleb külmem õhk samuti vääramatult mööda maad alla nagu aeglane õhust kosk. See juhitakse läbi suurte orgude, kogudes kiirust siis, kui orud väljapoole, alati väljapoole ookeani poole laskuvad. Need on Antarktika katabaatilised tuuled ning kui soovid kõndida lõunapoolusele, puhuvad nad terve tee sulle näkku. On raske mõelda hullemat riugast, mida loodus polaaruurijatele mängida oleks võinud.

„Katabaatiline“ on lihtsalt selliste tuulte nimi ja neid leidub ka paljudes soojades kohtades. Loiud molekulid soojenevad laskudes natukene. Ning selle soojenemise tagajärjed võivad olla võimsad.

Ma elasin 2007. aastal San Diegos ja töötasin Scrippsi okeanograafiainstituudis (Scripps Institution of Oceanography). Põhja poolt tulnuna olin ma igavese päikesepaiste suhtes natuke kahtlustav, aga mul oli võimalus igal hommikul 50 meetri pikkuses välibasseinis ujuda, nii et mul polnud põhjust nuriseda. Lisaks olid sealsed päikeseloojangud hingematvad. Rannikul asuvas San Diegos on takistamatu vaade üle Vaikse ookeani läände ja õhtune horisont on alati jalustrabav.

Sellegipoolest igatsesin ma aastaegade järele. Tundus, et aeg ei liikunud kunagi edasi, umbes nagu oleks see kõik unenägu. Aga siis saabusid tuuled Santa Anast ja päikeseline, soe ja rõõmus ilm muutus kangekaelselt kuumaks ja kuivaks. Santa Ana tuuled saavad igal sügisel, kui õhk laskub kõrgel asuvatest kõrbetest ja puhub üle California ranniku ookeani poole. Need tuuled on samuti katabaatilised, täpselt nagu Antarktikas. Aga selleks ajaks, kui nad ookeanini jõuavad, on õhk rannikul palju kuumem, kui see oli kõrgel kiltmaal. Ühel meeldejääval päeval sõitsin ma põhja poole mööda I-5 maanteed, sihiks üks nendest suurtest orgudest, mis juhivad kuumat õhku mere poole. Orgu oli laskunud pikk madalate pilvede riba. Minu tollane kaaslane oli autoroolis. „Kas tunned suitsulõhna?“ küsisin ma. „Ole nüüd,“ ütles ta. Kuid järgmisel hommikul ärkasin ma üles kummalises maailmas. San Diegost põhjas põlesid suured

metsatulekahjud, mis üle orgude valgusid, ja õhus heljus tuhka. Kuumades kuivades tingimustes oli lõkketuli kontrolli alt väljunud ja tuuled puhusid tuld ranniku poole. See pilveriba oli olnud suits. Inimesed läksid tööle ning saadeti kas koju, või istusid nad kobarates ja kuulasid raadiot, muretsedes, kas nende majadega on kõik korras. Me ootasime. Horisont oli kosmosest näha olevate tuhakilvede tõttu hägune, aga päikeseloojangud olid imetusväärsed. Pärast kolme päeva hakkas suits hajuma. Mõned mulle tuttavad inimesed olid oma kodud leekidele kaotanud. Kõigel lasus tuhakiht ja tervishoiutöötajad soovitasid nädal aega väljas mitte trenni teha.

Üleval kõrgel kiltmaal oli kuum kõrbeõhk jahtunud, muutunud tihkemaks ja allapoole libisenud, täpselt nagu tuuled, millega Scott Antarktikas silmitsi seisis. Kuid metsatulekahjud olid puhkenud, sest õhk polnud mitte ainult kuiv, vaid ka kuum. Miks peaks see ülevalt alla laskudes kuumenema? Kust tuleb see energia? Ideaalse gaasi olekuvõrrand kehtib ikka veel – tegemist oli kindla õhuhulgaga, mis liikus nii kiiresti, et sel polnud aega ümbritseva keskkonnaga energiat vahetada. Sellel ajal, kui tihke õhu vool oli teel allapoole, tõukas seda künka jalamil olnud atmosfäär, sest rõhk seal oli suurem. Millegi tõukamine on viis, kuidas energiat edasi anda. Näitena võib ette kujutada üksikuid õhumolekule, mis pörkavad nende poole liikuva õhupalli vastu. Nad pörkavad eemale ja neil on rohkem energiat kui alguses, sest nad pörkasid liikuva pinna vastu. Seega langes Santa Ana tuulte õhuruumala, sest ümbritsev atmosfäär surus seda kokku. Surumine andis liikuvatele õhumolekulidele lisaenergiat ja tõstis seega tuule temperatuuri. Seda kutsutakse adiabaatiliseks soojenemiseks. Igal aastal on kõik Californias Santa Ana tuulte saabudes lahtise tule suhtes eriti tähelepanelikud. Kui kuum kuiv õhk on mõni päev maastikult niiskust varastanud, võivad sädemed kergesti metsatulekahjudeks muutuda. Ning kuumus ei pärine vaid California päikeselt – see pärineb ka lisaenergiast, mis antakse gaasimolekulidele, kui ookeanile lähemal olev tihkem õhk neid kokku surub. Kõik, mis muudab õhumolekulide keskmist kiirust, muudab ka temperatuuri.

Sama asi juhtub vastupidi siis, kui purgist vahukoort pihustada. Koos koorega väljuv õhk paisub järsku ja surub oma ümbruse vastu, annab seega energiat ära ja jahtub samal ajal. Pihustatava vahukoorepudeli pihusti tundubki selle tõttu külm – vaba atmosfäärini jõudes annab läbi selle tulev gaas oma energiat ära. Pudelisse jääb vähem energiat, seega tundub see külmana.

Õhurõhk tähendab vaid seda, kui tugevalt kõik need tillukesed molekulid mõne pinna vastu pörkavad. Tavaliselt me ei märkagi seda, sest pörked tulevad igast suunast – kui ma hoian üleval paberilehte, siis püsib see paigal, sest seda tõugatakse mõlemalt poolt võrdselt. Õhk

surub meid pidevalt ja me tunneme seda vaevu. Inimestel kulus tükk aega, et avastada, kui tugev see surve tegelikult on, ja kui see avastati, oli vastus veidike üllatav. Selle avastuse ulatust oli lihtne väärtustada, sest seda tõestati ebatavaliselt meeldejäädvalt. Mitte alati ei seata tähtsat teaduskatset üles ka vaatamänguna, aga sellel katsel olid olemas kõik vajalikud osad: hobused, põnevus, hämmastav tulemus ja asja pealt vaatav Saksa-Rooma keiser.

Ülesanne oli keeruline, sest selleks, et avastada, kui tugevalt õhk midagi surub, on vaja eemaldada kogu teisel pool olev õhk, jättes alles vaakumi. Neljandal sajandil eKr oli Aristoteles kuulutanud, et „loodus tühja kohta ei salli“, ja see oli peaaegu tuhat aastat hiljem ikka veel heaks kiidetud. Vaakumi tekitamine näis täiesti võimatu. Aga millalgi 1650. aastal leiutas Otto von Guericke esimese vaakumpumba. Selle asemel et kirjutada selle kohta uurimistöo ja unustuse hõlma vajuda, otsustas ta oma seisukoha esitamiseks vaatamängu korraldada. Tuli ilmselt kasuks, et Otto oli tuntud poliitik ja diplomaat ning tollaste valitsejate heas nimekirjas.

Kaheksandal mail 1654. aastal ühines Saksa-Rooma keiser, suurt osa Euroopat valitsev Ferdinand III oma õukondlastega Reichstagi hoone juures Baieris. Otto tõi esile paksust vasest valmistatud seest tühja kera, mille diameeter oli 50 cm. See oli poolitatud kaheks poolkeraks, mille ühenduskohad olid siledad ja lamedad. Poolkerade külge oli kinnitatud aasad, et nende külge saaks siduda kaks nõõri, et poolkerad üksteisest lahku tõmmata. Ta õlitas lamedad ühenduskohad, lükkas kaks poolt kokku ja kasutas oma uut vaakumpumpa, et kera seest õhk eemaldada. Mitte miski ei hoidnud poolkerasid koos, aga kui õhk oli eemaldatud, olid poolkerad nagu üksteise külge liimitud. Otto oli taibanud, et vaakumpumba abil oli tal võimalus avastada, kui tugev on atmosfääri surve. Miljardid tibatillukesed õhumolekulid tõukasid igalt poolt kera ja lükkasid kaks poolt kokku. Kera sees polnud aga midagi, mis vastu lükkaks. Kahte poolkera oli võimalik üksteisest lahutada vaid siis, kui neid tõmmati tugevamini, kui õhk suutis lükata.

Siis seati valmis hobused. Kera mõlemale poole seoti grupp hobuseid, kes tõmbasid erinevates suundades nagu suures kõieveos. Keiser ja tema saatjaskond vaatasid pealt, kuidas hobused nähtamatu õhuga maadlesid. Suurt rannapalli meenutavat kera hoidsid koos vaid selle vastu põrkavad õhumolekulid. Kuid kolmkümmend hobust ei suutnud kera lahti tõmmata. Kui kõievedu lõppes, avas Otto ventiili, et õhk tagasi kera sisse lasta ja kaks poolt langesid hõlpsalt lahti. Polnud kahtlustki, kes võitis. Õhurõhk oli palju tugevam, kui keegi oli arvanud. Kui võtta nii suurest kerast kogu õhk välja ja see vertikaalselt üles riputada, on ülespoole tõukav õhk võimeline teoreetiliselt toetama 2000 kilogrammi, mis on suure täiskasvanud ninasarviku kaal. See tähendab, et kui joonistada põrandale 50 cm diameetriga ring, on seda põranda osa lükkava

õhu jõud samuti võrdne 2000 kilogrammise ninasarviku kaaluga. Need tillukesed molekulid põrkavad meie vastu tõesti tugevasti. Otto näitas seda vaatamängu mitmeid kordi erinevatele vaatajaskondadele ja kera hakati kutsuma Otto kodulinna järgi Magdeburgi keraks.

Otto katsed said kuulsaks osalt sellepärast, et teised inimesed nende kohta kirjutasid. Tema ideed jõudsid esimest korda tunnustatud teadlasteni Gaspar Schotti raamatus, mis avaldati aastal 1657. Just Otto vaakumpumba kohta lugemine innustas Robert Boyle'i ja Robert Hooke'i läbi viima gaasi rõhuga seotud katseid.

Katset on võimalik ka kodus järele teha, ilma et oleks vaja hobuseid või keisreid. Võta tükk paksu, lamedat kartongi, mis on piisavalt suur, et mahutada ära klaasisuu. Seda on igaks juhuks parem teha kraanikausi kohal. Täida klaas ääreni veega ja aseta kartongitükk klaasi peale. Lükka see klaasi serva vastu nii, et kartongi ja veepinna vahel poleks õhku. Siis pööra klaas ringi ja võta käsi kartongilt. Kartong püsib paigal, toetades kogu vee raskust. See püsib paigal, sest õhumolekulid tõukavad seda alt, lükates kartongi ülespoole. Sellest tõukamisest piisab täiesti, et vett üleval hoida.

Õhumolekulide tõukamine pole vaid asjade paigal hoidmiseks kasulik. Seda võib kasutada ka asjade liigutamiseks ja inimesed polnud esimesed, kes seda ära kasutasid. Võtame elevanti, kes on üks kõige muljetavaldavamaid asjatundjaid maa peal sellel alal, kuidas oma keskkonda õhu abil mõjutada.

Aafrika elevant on suursugune hiiglane, keda võib tavaliselt leida rahulikult läbi tolmuse kuiva savanni lonkimas. Elevantide pereelu käib emastest koosnevate rühmade ümber. Vana pealik, matriarh, juhib igat rühma toidu- ja veetsingutel, toetudes otsuste tegemisel oma mälestustele maastikust. Aga need loomad ei toetu ellujäämisel vaid oma kogukusele. Igal elevantil võib küll olla raske kohmakas keha, aga selle korvamiseks on neil üks kõige õrnem ja tundlikum tööriist loomakuningriigis: lont. Pererühm avastab ringi liikudes pidevalt maailma selle kummalise jäsemega, kasutades lonti märguandmiseks, nuusutamiseks, söömiseks ja puristamiseks.

Elevantide lont on mitmel viisil paeluv. See koosneb ühenduses olevate lihaste võrgustikust ja on võimeline painduma ning imetlusväärse osavusega asju tõstma ja üles korjama. Kui siin asi lõppeks, oleks lont piisavalt kasulik, aga see on veelgi parem kahe ninasõõrme pärast, mis läbi terve londi jooksevad. Need sõõrmed on painduvad torud, mis ühendavad nuuskiva londiotsa elevanti kopsudega, ja siin muutuvad asjad tõeliselt põnevaks.

Kui elevant ja tema pere joogikohale lähenevad, tõukleb ja tungleb „paigalseisev“ õhk nende ümber nagu igal pool mujal, põrgates nende kortsus halli naha, maapinna ja veepinna vastu. Matriarh on rühmast veidike eespool, kõigutab oma lonti ja lontsi samal ajal vette, pannes oma peegelpildi virvendama. Ta kastab londi vette, suleb suu ning tema üüratud rinnalihased tõusevad ja laiendavad ta rinnakorvi. Kui ta kopsud paisuvad, hajuvad seal olevad õhumolekulid laiali, et vabastada kohtasid täita. Aga see tähendab, et otse londiotsa juures, kus jahe vesi puudutab ta ninasõõrmetes olevat õhku, on vähem vett tabavaid õhumolekule. Seal olevad molekulid liiguvad sama kiiresti, aga kokkupõrkeid on vähem. Tagajärg on see, et rõhk elevanti kopsudes on langenud. Nüüd on atmosfäär võitmas tõukamisvõistlust veelompi tabavate õhumolekulide ja matriarhi sees olevate õhumolekulide vahel. Seesmine tõuge pole enam väljast tuleva tõukega võrdne ja vesi muutub selle võistluse keskel oluliseks. Nii lükkab atmosfäärirõhk vett elevanti lonti, sest sees pole miski vastu tõukamas. Nii kui vesi on natuke lisaruumi ära võtnud, on londi sees olevad õhumolekulid üksteisele sama lähedal kui enne ja vesi ei liigu kaugemale.

Elevandid ei saa läbi oma londi juua – kui nad üritaksid, hakkaksid nad samamoodi lakkastama nagu meie läbi nina juua üritades. Nii et kui matriarhi londi on umbes 8 liitrit vett, lõpetab ta oma rinnakorvi laiendamise. Painutades oma lonti üles ja enda poole, suunab ta londiotsa omale suhu. Siis kasutab ta rinnalihaseid, et rinda kokku suruda, samal ajal oma kopsude suurust vähendades. Kui õhumolekule tema sees kokku surutakse, tõugatakse poole londini ulatuvat vett palju sagedamini. Välise ja sisemise õhu võitlus algab uuesti ja vesi surutakse londi välja elevanti suhu. Matriarh kontrollib oma kopsude ruumala, et juhtida, kui tugevalt tema sees olev õhk tõukab välist õhku. Kui ta suu sulgeb, on tema lonti ainus koht, kus midagi liikuda saaks, ja ükskõik mis selle otsas on, tõmmatakse sisse või lükatakse välja. Elevanti lonti ja kopsud moodustavad ühise tööriista õhu mõjutamiseks, nii et tõukamisega tegeleb õhk, mitte elevant ise.

Sama juhtub kui läbi kõrre jooki juua. Kopsude laienedes on nendes olev õhk jaotunud hõredamalt. Kõrres on vähem õhumolekule, mis veepinda lükkavad. Ning seega tõukab ülejäänud jooki lükkav atmosfäär selle kõrrest üles. Me kutsume seda imemiseks, kuid me ei tõmba jooki üles. Seda lükkab üles atmosfäär, mis meie eest töö ära teeb. Isegi midagi nii rasket nagu vesi on võimalik manööverdada, kui ühel pool on õhumolekulide tõuge tugevam kui teisel pool.

Sellegipoolest on läbi londi või kõrre õhu imemisel piirid. Mida suurem on erinevus kahe otsa vahel, seda raskem on tõukamine. Kuid kõige suurem erinevus oleks nende vahel siis, kui ühes otsas oleks atmosfäärirõhk ja teises polekski rõhku. Isegi kui kopsusid asendaks täiuslik vaakumpump, oleks võimatu juua läbi püstise kõrre, mis on pikem kui 10,2 meetrit, sest meie atmosfäär pole võimeline vett kõrgemale lükkama. Selleks et gaasi molekulide võimet asju lükata täiel määral ära kasutada, on vaja, et molekulid töötaksid kõrgema rõhu korral. Atmosfäär on võimeline tugevasti lükkama, aga kui kuumutada mõnda teist gaasi ja panna see kõrge rõhu alla, lükkab see tugevamini. Kui tillukesi gaasimolekule, mis midagi piisavalt tihti ja kiiresti tõukavad, on piisavalt palju, on võimalik liigutada tsivilisatsioonegi.

Auruvedur on rauast valmistatud lohe – sisisev hingav lihaseline elukas. Vähem kui sajand tagasi leidis neid tööstustooteid ja ühiskonnale vajalikke kaupu mööda terveid riike vedavaid ning oma reisijate maailma avardavaid lohesid kõikjal. Nad olid igapäevased, lärmakad ja saastavad, kuid sellegipoolest inseneriteaduse hiilgavad näited. Kui auruveidurid muutusid iganenuks, ei lastud lohedel surra, sest ühiskond lihtsalt polnud valmis neil minna laskma. Neid on elus hoitud vabatahtlike, innukate pooldajate ja tohutu kiindumuse abil. Ma kasvasin üles Põhja-Inglismaal ja seega on mu lapsepõlveaastad immutatud tööstusrevolutsiooni ajalooa: veskite, kanalite, tehaste ja eelkõige auruga. Ma elan praegu Londonis ja seega on kerge seda kõike unustada. Reis koos õega mööda Bluebelli aururaudteed tuletas mulle kõik meelde.

Oli jahe talvepäev, mis oli lihtsalt täiuslik teekonnaks, mis oli võimalik vaid tänu aurule ning mille lõpus ootasid meid tee ja küpsised. Me ei veetnud kuigi kaua jaamas, kus me alustasime, ning Sheffield Parki jõudes astusime me rongilt maha rahvahulka, mis kihis aeglaselt kuid kindlalt. Auruveiduritega tegeles lakkamatult pidevalt muutuv mass inimesi, kes tundusid rauast elukate kõrval imetillukestena. Veduritega seotud inimesi oli kerge ära tunda: sinised traksipüksid, vormimütsid, lustakas käitumine, mõnel neist habe, ning kui nad parajasti veduritega ei tegelenud, võis neid leida millegi vastu nõjatumas. Nagu mu õde tähele pani, näis kummaliselt paljude nimi olevat Dave. Aurumasina võlu peitub selles, et see toetub ennekuulmatult lihtsale põhimõttele, aga saadud toorest jõudu peab kannustama, taltsutama ja elus hoidma. Aurumasin ja selle eest hoolitsevad inimesed moodustavad meeskonna.

Maapinnal seistes ja üles suure musta masina poole vaadates oli mul raske hoomata, et oma olemuselt oli see vaid ratastel ahi, mis kuumutas hiiglaslikku teekannu. Üks Dave'idest kutsus meid kabiini. Me ronisime otse masina taga olevast redelist üles ja leidsime end koopast,

mis oli täis messingust hoobasid, numbrilaudu ja torusid. Ühe toru taha oli pistetud ka kaks valget emailkruusi ja võileib. Aga parim osa kabiinist oli see, et me nägime otse eluka sisemusse. Auruveduri südames peitub hiiglaslik kolle, mis on täidetud erekollaselt põlevate lõõmavate söetükkidega. Kütja ulatas mulle labida ja käskis mul kollet toita ning seega kühveldasin ma kuulekalt sütt mu selja taga olevast tenderist ehk söeruumist otse aurumasina hõõguvasse suhu. Aurumasin on näljane. Ühe kaheksateistkümnne kilomeetrise reisi ajal põletab see 500 kg sütt. See pool tonni kaaluv tahke must kuld muudetakse gaasiks – süsihappegaasiks ja veeks; põlemine vabastab tohutul määral energiat, nii et gaasid on äärmiselt kuumad. See on rongile liikumisjõu andva energia muundamise protsessi algus.

Kui aurumasinat uurida, on selle põhiline tunnus silindriline „masin“, mis ulatub kabiinist korstnani. Ma polnud kunagi mõelnud, mis selle sees on; see on täidetud torudega. Torudes kantakse kuum gaas tulepesast ehk koldest läbi katla, mis ongi „teekann“. Suurem osa torude ümber olevast ruumist on täidetud veega, mis muudab ruumi hiiglaslikuks kihiseva ja keeva vedelikuga vanniks. Kui torud vedelikku kuumutavad, toodab see auru ehk kuumasid veemolekule, mis kihutavad katla laes väga kiiresti ringi. Need osad moodustavadki enam-vähem kogu aurumasina: kolle ja katel, mis toodavad suuri kuuma veeauru pilvi. See lohe ei sülg mitte tuld, vaid miljardeid energilisi molekule, mis kõik kibekiiresti ringi liiguvad, kuid katlast välja ei pääse. Gaasi temperatuur on umbes 180 °C ja katla ülaosas olev rõhk on umbes kümme korda suurem atmosfäärirõhust. Molekulid taovad tugevasti vastu katlaseinu, kuid nad pääsevad vaid pärast seda, kui nad on oma töö ära teinud.

Ronisime kabiinist alla ja kõndisime veduri ette. Kõrguv aurumasin, pool tonni sütt, hiiglaslik katel ja inimeste meeskonnatöö teenisid kõik seda, mida me siit eest leidsime: kahte silindrit, milles peituvad kolvid, mõlemad umbes 50 cm diameetriga ja 70 cm pikad. Just siin all eespool toimub tegelik töö, üleval kõrgumas lohe. Kuum kõrge rõhuga aur söödetakse korraga ühte silindrisse. Kolbi teisel pool olevast atmosfäärirõhust pole vastast kümnekordsele atmosfäärirõhule, mille lohe välja sülgas. Tõukavad molekulid lükkavad kolbi mööda silindrit, pärast mida lastakse need lõpuks rahuloleva „tšuhhiga“ vabaks. Just siit ongi pärit tuttav „tšuhh-tšuhh-tšuhh“ heli, kui auruedur lähemale jõuab. See on atmosfääri vabaks lastud veeaur, mis on oma töö teinud. Kolb ajab rattaid, rattad haaravad rööpaid ja tõmbavad vaguneid. Me teame, et aurumasinate tööl hoidmiseks on vaja tohutul hulgal sütt, aga peaaegu mitte keegi ei räägi reisi ajal kasutatud veest. Iga reisi ajal kasutatakse katlasse kühveldatud 500 kg sütt, et muuta 4500 liitrit vett gaasiks, mis tõukab kolbi ning kaob „tšuhhiga“ atmosfääri.



Lõpuks oli aeg jätta vedur maha ja ronida tagasi vagunisse, et see meid koju saaks kanda. Tagasitee tundus teistsugune. Akendest mööda vuhisevatel aurupilvedel oli olnud meie ekskursioonis oma osa. Selle asemel et tunduda lärmakas ja pealetükkiv, näis meid edasi tõmbav vedur üsna vaikne ja rahulik, arvestades, mis selle sisemuses toimus. Oleks äärmiselt tore, kui keegi valmistaks kunagi klaasist auruveduri, et me näeks kõik, kuidas see elukas töötab.

Aururevolutsioon 1800. aastate alguses seisnes gaasimolekulide tõukamise kasutamises millegi kasuliku tegemiseks. Pole vaja muud kui pinda, mida gaasimolekulid tõukavad ühelt poolt tugevamini kui teiselt poolt. See tõukamine suudab süüa tehes üles tõsta potikaane; seda saab kasutada toidu, kütuse ja inimeste vedamiseks, kuid selle aluseks on need samad lihtsad põhimõtted. Kuigi me ei kasuta enam aurumasinaid, siis rakendame me siiski sellist tõukamist. Aurumasin on põhimõtteliselt „välispõlemismootor“, sest selle kolle on katlast eraldi. Automootoris toimub põlemine silindris – kütus põleb otse kolvi juures ja põlemine ise toodab kuuma gaasi, mis kolbi edasi lükkab. Seda liigitatakse sisepõlemismootoriks. Iga kord kui sisened autosse või bussi, liigutatakse sind edasi gaasimolekulide tõugete abil.

Rõhu ja ruumala mõjuga on kerge ise mängida, eriti kui suudad leida laiasuulise pudeli ja keedetud muna, mis on ära kooritud. Pudeli suu peab olema vaid natuke kitsam kui muna, nii et viimase saaks asetada pudelile nii, et see sinna sisse ei kukuks. Süüta paberitükk, kukuta see pudelisse, las sel mõned sekundid põleda ning aseta siis muna tagasi pudeli peale. Mõne hetke pärast näed, kuidas muna surub end alla pudelisse. See on natuke kummaline, ja nüüd kui pudelis on muna, mida kätte ei saa, ka veidi tülikas. Probleemil on paar lahendust, millest üks on pudeli tagurpidi pööramine, nii et muna istub pudelikaelas, ja pudeli kuumaveekraani alla panemine. Pärast lühikest ootamist libiseb muna välja.

Trikk seisneb selles, et tegemist on püsiva gaasihulgaga (pudelis) ning leidub viis, kuidas teada saada, kas rõhk pudelis on kõrgem või madalam atmosfäärirõhust. Kui muna tõkestab pudelikaela, on gaasi ruumala pudelis püsiv. Kui tõsta midagi süüdates temperatuuri, tõuseb pudelis olev rõhk ja õhk väljub muna ümber pudelist (kui muna on pudeli peal). Kui temperatuur langeb, langeb ka sisemine rõhk (sest ruumala on püsiv) ja muna lükatakse pudelisse, sest väljast tulev tõuge on nüüd suurem kui seest tulev tõuge. Muna saab liikuma panna vaid anumas olevat püsiva ruumalaga õhku kuumutades ja jahutades.

Aurumasinas olev kõrge rõhk on reguleeritud ja püsiv, täiuslik kolbide lükkamiseks ja rataste pööramiseks. Kuid siin asjad veel ei lõppe. Miks raisata energiat gaasi ja rataste vahele

jäävate etappide peale? Miks mitte lasta lihtsalt kuumal kõrge rõhuga gaasil sõidukit vahetult edasi lükata? Nii on relvad, kahurid ja ilutulestik alati töötanud, kuigi nende varased eksemplarid olid kurikuulsalt ebausaldusväärsed. Kuid 1900. aastate alguseks oli tehnoloogia ja auahnus edasi liikunud. Mängu tuli rakett, vahetu tõukejõu kõige äärmuslikum vorm, mis eales leiutatud.

Vajalik tehnoloogia muutus piisavalt usaldusväärseks alles pärast esimest maailmasõda, kuid 1930. aastatel oli võimalik saata teele rakett, mis oleks arvatavasti õiges suunas liikunud ja poleks ilmselt kedagi tapnud. Enamik ajast. Nagu paljude uute tehnoloogiliste saavutuste puhul, said leiutajad raketi tööle enne, kui keegi teadis, mida sellega peale hakata. Innuka inimloovuse viljakast lombist kerkis esile midagi väga uut ja modernselt kõlavat, mis oli täielikult hukule määratud: raketipost.

Euroopas prooviti raketiposti vaid ühe mehe, Gerhard Zuckeri tõttu. Tollal nokitsesid juba mõned leiutajad raketite kallal, aga Zucker oli jonnaka püsivuse ja pidevat heitumist trotsiva kõikumatu optimismi alal esirinnas. Raketid olid selle noore sakslase kinnisidee ja kuna sõjaväge tema tegevus ei huvitanud, otsis ta jätkamiseks ettekäänat tsiviilmaailmast. Raketite abil kirjade saatmine kõlas tema jaoks nagu miski, mida maailm meeleheitlikult vajas – kiire, võimeline ületama ookeane ning mässitud uudsuse hiilgusesse. Sakslased kannatasid ta varasemad (viljatud) katsed ära, aga otsustasid siis, et neile sellest piisas, ja seega kolis Zucker Ühendkuningriiki. Siin leidis ta sõpru ja toetajaid margikogujate kogukonnast, kellele meeldis uut tüüpi margi idee, mis käis kokku uut tüüpi posti kohaletoimetamissüsteemiga. Asjad tundusid helgemad. Pärast väikest testi Hampshire'is saadeti Zucker 1934. aasta juulis Šotimaale, et ta saaks katsetada postiraketi saatmist kahe saare, Scarpi ja Harrise vahel.

Zuckeri rakett polnud kuigi keerukas. Selle kere moodustas suur umbes meetri pikkune metallsilinder. Sees oli kitsas vasktoru, mille üks otsak oli täidetud kokkusurutud pulbrilise lõhkeainega. Sisemise toru ja välimise silindri vahelist ruumi täitsid kirjad ja raketil oli teravatipuline nina koos vedruga, tõenäoliselt selleks, et maandumine oleks pehmem. Üsna toredalt on õhuke kiht lõhkeaine ja äärmiselt tuleohtlike kirjade vahel Zuckeri jooniste peal märgitud kui „ümar asbestist padrun, et vältida kirjadele kahju tegemist“. Rakett asetati külili kaldus pukile, suunaga üles ja külje poole. Õhku tõusmise hetkel süüdatakse lõhkeaine ja põlemine toodab tohutul hulgal kõrge rõhuga kuuma gaasi. Kiiresti liikuvad gaasimolekulid põrkavad raketi esiotsa vastu, liigutades seda edasi, aga tagaosas pole võrdset tõuget ja gaas väljub otsaku kaudu atmosfääri. Selline tasakaalutu tõukamine lükkab raketti väga kiiresti

edasi. Plahvatuslik põlemine kestab mõned sekundid, millest piisab, et rakett kõrgele õhku ja üle saarte vahel oleva väina tõugata. Tundub, et ei muretsetud kuigi palju selle pärast, kuidas ja kuhu see maandub, aga see oli ka üks põhjus, miks raketti katsetati Šotimaa kauges merega ümbritsetud nurgas.

Zucker kogus 1200 kirja, mida katse käigus saata, kõik nendest kaunistatud erilise templiga, millel oli kiri „Western Isles Rocket Post“ (Läänesaarte raketipost). Ta surus nii palju kirju raketi sisse kui sinna mahtus ja seadis üles puki, samal ajal kui teda vaatas hämmingus kamp kohalikke ja varane BBC TV kaamera. Aeg oli kätte jõudnud.

Kui käivitusnupule oli vajutatud, süüdati lõhkeaine. Kiire põlemine tootis vasktorus ootuspärase kuumade gaaside segu ja energilised molekulid tagusid raketi esiotsa, tõugates seda pukilt kiiresti üles. Aga vaid mõni sekund hiljem kostis vali tuhm mütsatus ning rakett kadus suitsusamba taha. Suitsu hajudes võis näha sadu kirju maapinnale heljumana. Asbest oli oma töö ära teinud, aga rakett mitte. Kõrge rõhuga kuumagaasi on raske kontrollida ja energilised molekulid olid raketikere ära lõhkunud. Zucker süüdistas plahvatuslikku padrunit ning hakkas kirju kokku koguma ja teise katse jaoks ettevalmistusi tegema.

Mõni päev hiljem täideti teine rakett esimesest raketist alles jäänud 793 kirja ning 142 uuega. See rakett lennutati teiselt saarelt Harriselt tagasi Scarpi poole. Kuid Zuckeril polnud õnne. Teine rakett plahvatas samuti stardiplatvormil, seekord veelgi suurema mürtsuga. Allesjäänud kirjad korjati jälle üles ja saadeti tavapostiga saajatele, suveniiriks kõrvetatud ääred. Katsest loobuti. Järgmiste aastate jooksul ei jätnud Zucker jonn, olles alati veendunud selles, et järgmine kord toimib kõik. Aga seda ei juhtunud kunagi, vähemalt mitte postiga seoses. Zucker tegeles senitundmatuga ning ainult tagantjärele tarkus ütleb meile, et tegemist polnud ei õige aja, õige koha ega õige ideega. Kui need oleks õiged olnud, pühitseksime teda kui geeniusi. Väiksemõõduline raketiteadus oli lihtsalt liiga ettearvamatu ja pusimist nõudev, et saata kirju paremini ja kiiremini kui mootorsõidukid või telegraaf. Teatud mõttes oli tal õigus: kõrge rõhuga kuumade gaaside kütusena kasutamisel on tohutu potentsiaal viia asju punktist A punkti B. Kuid seda põhimõtet kasutasid hoopis teised, kes leidsid sobiliku rakendamiseviisi ja lahendasid tegelikke probleeme, kuni kõik toimis nii nagu peab. Rakettide väljaarendamine leidis kasutust sõjaväes, teenäitajateks olid Saksamaa V1 ja V2 raketid, mida kasutati teises maailmasõjas, pärast mida võtsid ala üle tsiviilkosmoseprogrammid.

Praegu on meile kõigile tuttavad kujutised hiiglaslikest raketidest, mis kannavad suuri inimeste ja varustuse laste rahvusvahelisse kosmosejaama, või viivad satelliite orbiidile.

Raketid võivad tunduda hirmuäratavalt võimsana ja neid juhtivad tänapäevased süsteemid, mis muudavad raketid ohutuks ja usaldusväärseks, on ühed suurimatest saavutustest. Kuid iga Saturn V raketi taga, iga Soyuzi ja Arianne'i ja Falcon 9'i taga, mis iial lennanud on, peitub see sama lihtne põhimõte, mis Gerhard Zuckeri algelise postiraketilgi. Kui toota piisavalt palju kõrge rõhuga kuuma gaasi piisavalt kiiresti, on võimalik kasutada tohutut kumulatiivset jõudu, mida põhjustavad miljardid üksikud molekulid, mis asjade vastu põrkavad. Soyuzi raketi esimesel etapil on rõhk atmosfäärirõhust umbes kuuskümmend korda suurem, nii et tõuge on tavalise õhu tõukest kuuskümmend korda tugevam. Aga see on täpselt sama tüüpi tõuge: ainult molekulid, mis asjade vastu põrkavad. Tohutud hulgad molekule, mis piisavalt tihti ja kiiresti põrkavad, on võimelised inimese kuule saatma. Kunagi ei tasu alahinnata asju, mida pole palja silmaga näha!

Gaasimolekulid on alati meie ümber. Maal on atmosfäär, mis meid ümbritseb, meie vastu põrkab ja meid tõukab ning meid elus hoiab. Imeline on see, et atmosfäär ei ole paigal – see liigub ja muutub pidevalt. Õhk on meie jaoks nähtamatu, aga kui me oleksime võimelised seda nägema, näeksime me tohutuid õhumasse soojenemas ja jahtumas, paisumas ja kokku tõmbumas, alati liikumas. Meie atmosfääri juhivad gaaside seadused, mida me selles peatükis töös oleme näinud, täpselt nagu ükskõik millist gaasimolekulide kogumit. Isegi kui see pole vaala kopsudes või aurumasinas, tõukab see sellegipoolest. Aga kuna atmosfääri ümbritseb samuti õhk, tähendab see, et atmosfäär tõukab pidevalt iseennast, kohandades ennast erinevate tingimustega. Me ei näe üksikasju, kuid meil on selle tagajärgedele nimi: ilm.

Tormi jälgimiseks on parim koht suur avatud tasandik. Päev varem võib õhk olla rahulik ja üleval laiuv sinine taevastundub lõputu. Maapinna lähedal kogunevad nähtamatud õhumolekulid ja levivad ülespoole, alati lükates, tõugeldes, kohanedes ja voolates. Õhk lükatakse kõrge rõhuga piirkondadest madalama rõhuga piirkondadesse; õhk reageerib soojenemisele ja jahutamisele, alati teel kuhugi mujale. Aga muudatused on aeglased ja rahulikud ning tohutust hulgast energiast, mida molekulid kannavad, pole jälgegi.

Tormipäev algab täpselt samamoodi nagu eelminegi, aga taevast on selgem, nii et maapind soojeneb kiiremini üles. Õhumolekulid võtavad osa sellest energiast endale ja hakkavad kiiremini liikuma. Varasel pärastlõunal läheneb kõrge pilvesein, mis liikudes paisub, kuni see katab terve horisondi. Energia on liikvel. Rõhkude erinevus lükkab seda gaasilist massi üle tasandiku. Kuna see hiiglaslik struktuur pole stabiilne, läheb lahti põrgu. Kuigi õhumolekulid tõukavad üksteist tugevasti, pole neil olnud aega end paigutada rohkem

tasakaalus olekusse. Lisaks sellele liigutatakse ringi tohutul hulgal energiat, nii et olukord muutub pidevalt. Kuum õhk, mida maapind soojendas, tõukab ülespoole pilvede poole, surudes end neist läbi ja ehitades torne, mis venivad kõrgele pilvede kohale.

Kui äikesepilv pea kohale jõuab, asendub lõputu sinine taevas madalal maastiku kohal istuva kaanega. Üleval toimuvad kokkupõrked sulgevad meid maapinnale. Me ei näe õhumolekule, küll aga näeme mäslavaid ja lainetavaid pilvi. Ning see on vaid väike osa sellest, mis nende sees toimub, kui õhutaskuid räsitakse ja tümitatakse, sest rõhk on nii tasakaalust väljas, et muutused on kiired ja energilised. Kui õhumolekulid vahetavad energiat, jahtuvad veepiisad maha ja kasvavad ning esimesed suured vihmapiisad langevad alla. Meist tuhisevad mööda tugevad tuuled, sest õhumolekulid kiirustavad isegi maapinnal.

Suured tormipilved tuletavad meile meelde, kui palju energiat on seal üleval sinises taevas. Me näeme vihjeid põrkamisest ja tõukamisest ning see tundub hirmuäratav, aga see on vaid põgus pilguheit tegelikule põrkamisele ja tõukamisele, mis toimub meie peade kohal molekulaartasemel. Õhumolekulid võivad neelata energiat päikeselt, kaotada energiat ookeanile, saada energiat kondenseerudes ehk pilvede tekkimisel, või anda energiat keskkonnale; õhumolekulid muutuvad pidevalt ideaalse gaasi olekuvõrrandi järgi. Meie pöörlev karmi ja mitmevärvilise pinnaga planeet teeb muutused keerulisemaks – sama teevad pilved, tillukesed osakesed ning gaasid, mis parajasti seal on. Ilmateade on vaid viis, kuidas hoida silma peal üleval toimuvatel lahingutel ja valida välja need, mis meid siin maapinnal kõige enam mõjutavad. Aga kõige keskel on täpselt sama põhimõte, mida kasutavad elevandid, raketid ja aurumasinad. Kõigi puhul on tegemist gaaside seadustega. Ilma juhib samasugune füüsikaline nähtus, mis paneb popkorni paisuma.

## 2. Teoreetiline raamistik

Tõlkimine on tegevus, mille olemuse kohta eksisteerib palju arvamusi ja definitsioone, mis sõltuvad sellest, millisest vaatenurgast ja millist valdkonda arvestades tõlkimist defineeritakse. Toury (1980: 12), kes vaatab tõlkimist semiootilisest perspektiivist, ütleb, et tõlkimine on üksuste, koodide, nende seoste ja märkide ülekandmine ühest keelest teise. Nida (1969: 12) ütleb aga, et tõlkimine tähendab lähtekeeles oleva sõnumi kõige lähema loomuliku ekvivalendi loomist sihtkeeles, esiteks tähenduse ja siis stiili seisukohalt. Tema meelest peaks tõlge mõjuma sihtkeeles samamoodi nagu lähtekeeles (*ibid.* 24). Newmark (1988: 5) aga ütleb, et tõlkimine on tihti, kuid mitte alati teksti mõtte esitamine teises keeles viisil nagu teksti autor seda kavatses. Ka Newmark mainib ära teksti mõju, kuigi natuke kitsamas tähenduses kui Nida, kelle definitsiooni rakendamine võib osutuda keeruliseks, sest teksti mõju kellelegi sõltub selle lugejast ning tekstid ei mõjuta kõiki universaalselt ühtemoodi. Seega võib Nida definitsioonist välja lugeda, et tõlkija annab siiski sihtkeeles edasi enda subjektiivse arvamuse selle kohta, kuidas tekst lähtekeeles mõjub. Newmarki definitsioon abistab tõlkijat ehk paremini, sest esiteks toob ta definitsiooni ebamäärasuse elemendi, see tähendab „tihti, kuid mitte alati“, mis peaks vihjama sellele, et kõiki tõlkeid ei saa defineerida ühtemoodi – on ju ilukirjandus erinev õigustekstidest ja õigustekstid erinevad populaarteaduslikest tekstidest. Lisaks on tema definitsioonis olemas autori mõiste. Võib öelda, et leidub olukordi, kus tõlkijatel pole võimalust võtta ühendust teksti autoriga, et küsida, mis oli tema kavatsus teksti kirjutades. Seega on ka Newmarki definitsioon subjektiivne, sest jällegi on tõlkija kohustatud analüüsima teksti mõju ja ära arvama, mis on teksti eesmärk. Newmark ise sõnastab seda nii: „teksti eesmärk esindab lähtekeeles kirjutaja suhtumist kõnealusesse teemasse“ (1988: 12). Hiljem mainib Newmark ka tõlkija eesmärki, mis peaks olema tõlkeolukorrast sõltudes siiski sama, mis teksti kirjutajal. Samas möönab ta, et tõlkija võib tõlkida teksti lugejatele, kelle haridustase pole nii kõrge ning kes selle tõttu vajavad tõlketekstis pikemaid refereeringuid (1988: 12-13). Pym (2014: 101) mainib samuti, et tihti sõltub tõlge näiteks originaalteksti vormist, samas kui erinevad inimesed peavad teksti funktsiooni erinevaks ja seega peavad tõlkijad tegema otsuseid, mida ei saa täielikult „õigeks“ või „valeks“ pidada, sest ühte originaali võib edasi anda mitmel viisil ning on raske öelda, milline viis neist kõige õigem on.

Seega on kolmest ülalmainitud tõlkimise definitsioonist kõige paindlikum Newmarki oma ning selle kohta võib öelda, et definitsioon rõhub pigem tõlkimise dünaamilisusele,

muutlikule olemusele, mitte ei soovi seda kindlalt piiritleda. Selle tõttu pidas töö autor tõlkides silmas just seda definitsiooni, sest definitsioon annab tõlkijale tõlkeotsuste tegemiseks suurema vabaduse, aga ei muuda tõlkeprotsessi nii piiramatuks, et tõlkija võiks tekstiga teha mida tahes ilma teksti eesmärki arvestamata. Aga nagu mainitud, tuleks arvestada ka tõlkimise dünaamilist olemust. Töö autor arvab, et tõlkimisprotsess on alati muutuv ja arenev, mitte ainult sellepärast, et tõlkija õpib tõlkides (ja ka selle väliselt) alati midagi uut, vaid aegamisi tekivad ka paljudel tõlkijal teatavad strateegiad, mis aitavad lahendada tõlkimise ajal tekkinud probleeme. See tähendab, et kuigi oluline on ka arvestada tõlketeksti sihtrühma, inimesi, kellele tekst suunatud on, tuleks võibolla arvestada ka seda, et tõlketekst ei ilmunud sellisena paberile kohe, vaid valmis teksti taga peitub pikk protsess, tõenäoliselt vähemalt kahe inimese töö, kellest üks tõlkis teksti ja teine toimetas. Tõlkija tööprotsess on siinkohal kaheosaline: tõlkija nii tõlgib teksti kui ka toimetab oma tõlget. Enne kummagi alustamist tuleks aga valida tõlkemeetod.

Molina ja Hurtado Albir (2002: 499) mainivad, et tõlketeadlaste seas valitseb erimeelsus selles osas, mis on tõlkemeetodid, -strateegiad, ja -võtted ning kas ja kuidas need üksteisest erinevad. Välja on pakutud mitmeid viise, kuidas neid termineid ja mõisteid klassifitseerida.

Tõlkemeetodi valimine on tõlketeksti suhtes globaalne otsus, mis mõjutab tervet teksti ning tõlkimisprotsessi. Valitud tõlkemeetod avaldab mõju nii tõlkevõtetele, -strateegiatele kui ka kõikidele lahendustele, milleni tõlkija jõuab (Molina *et al.* 2002: 507). Newmark (1988: 45–48) toob välja mitu tõlkemeetodit, mis on järgmised: sõnasõnaline (*word-for-word*) tõlge, otsetõlge (*literal*), täpne (*faithful*) tõlge, semantiline (*semantic*) tõlge, adaptatsioon (*adaptation*), vabatõlge (*free*), idiomaatiline (*idiomatic*) tõlge ja kommunikatiivne (*communicative*) tõlge. Nendest meetoditest kasutati Czernski teose tõlkimisel otsetõlget ja semantilist tõlget. Otsetõlget defineerib Newmark (1988: 46) kui sihtkeeles lähtekeele grammatiliste konstruktsioonide lähimate vastete kasutamist, samas kui leksikaalsed sõnad on tõlgitud otse. Kuna tõlkimine oli vaid esimene osa tervest tõlkeprotsessist ja hilisem toimetamine oli protsessi väga oluline osa, kasutati Czernski teose mõne segmendi tõlkimiseks just otsetõlget, sest teati juba alguses, et segment muutub enne selle lõppversiooni. Otsetõlget kasutati siis, kui segment osutus mingil põhjusel keeruliseks, enamasti selle tõttu, et sihtkeele terminite leidmiseks oli vaja teha rohkem tööd, või oli originaalautor väljendanud end viisil, mida oli kohe võimatu eesti keelde tõlkida. Otsetõlkeline segment, milles olid juba õiged grammatilised põhialused, oli toimetades selge märk, et segment vajab rohkem vaagimist ja sellele tuleb rohkem keskenduda. Newmark mainib, et otsetõlge võiks olla tõlke-eelse protsessi osa (1988: 46), kuid töö autori arvates ei

pea see toimuma enne „päris“ tõlkimist. See tähendab, et sellisel viisil nagu otsetõlkimist kasutas töö autor, pole see enam tervet teksti hõlmav teisi otsuseid mõjutav meetod, vaid hoopiski tõlkestrateegia, mis aitab kindlat probleemi lahendada.

Tõlkestrateegiad ongi seotud sellega, kuidas tõlkija tõlkeprotsessi käigus tekkinud probleeme lahendab, olenemata sellest, kas probleem on tekkinud keerulise tekstielemendi tõttu või lünkadest tõlkija teadmistes (Molina *et al.* 2002: 508). Tõlkijad kasutavad tõlkestrateegiaid teksti mõistmiseks (näiteks peamiste ja teiseste mõtete eristamiseks) ja ümbersõnastamiseks (näiteks parafraseerimine, uuesti tõlkimine) ning strateegiad

teevad võimalikuks tõlkeüksuste jaoks sobivate lahenduste leidmise. Lahendus realiseerub kindlat tõlkevõtet kasutades. Seega on strateegiad ja võtted probleemilahenduse erinevad osad: strateegiad on osa protsessist, võtted mõjutavad tulemust. (Molina *et al.* 2002: 508)

Just sellepärast klassifitseerub Czernski teose tõlkimisel kasutatud otsetõlkimine strateegia mõiste alla, sest see ei mõjutanud tulemust, vaid oli viis, kuidas ühelt poolt märgistada keerulised kohad, ilma et need lihtsalt tõlkimata oleks jäänud, ning teiselt poolt seada alus hilisemale toimetamisele.

Czernski teksti tõlkimise globaalseks meetodiks valiti aga semantiline tõlge, mis on Newmarki (1988: 46) sõnade järgi tõlkimine, mis võtab arvesse lähtekeele esteetilist väärtust ning loob sihtkeeles teksti, mis ei tundu lugejale ebaloomulik või veider. Valitud sai just see meetod, sest Czernski teos on populaarteaduslik ja seetõttu on selles olevad mõisted universaalsed ning pole kuigi mõjutatud kultuurilistest erinevustest. Sellepärast polnud autori arvates ka tähtis säilitada väheseid tekstis leiduvaid kultuurilisi elemente, arvestades, et ideaalselt loeks Czernski teost inimene, kes soovib õppida midagi uut teda ümbritseva maailma kohta ning võõrapärastav tõlge võiks teda sellest eesmärgist kõrvale kallutada.

Pärast meetodi valimist oli tähtis leida teksti jaoks sobiv analüüsimisviis. Williams ja Chesterman (2002: 6–8) toovad välja mitu meetodit, kuidas analüüsida lähteteksti ja selle tõlget. Üks meetod on keskenduda vaid lähtetekstile ja uurida, kas selles on probleemseid kohti, mida võib olla keeruline tõlkida. Autori isikliku kogemuse põhjal juhtub sellist eelanalüüsi harva, sest tihti pole analüüsiks piisavalt aega, eriti pikemate projektide puhul. Arvestades et tõlkeabiprogramme kasutades kipub tõlkija tähelepanu korraga olema vaid ühel segmendil, tuleks lähteteksti analüüsimine enne tõlkimist paljudel juhtudel kasuks, kuna nii on võimalik keskenduda tekstile kui tervikule juba tõlkeprotsessi alguses ning ennetada pingelisi hetki tõlkimise ja sellele järgneva toimetamise ajal. Tõlke-eelsete protsesside tähtsust rõhutab näiteks ka Sikora (2016: 38), kes mainib, et tõlke-eelsed protsessid nagu näiteks lähteteksti



analüüsimine (*ibid.* 44) aitavad vigu juba enne nende tekkimist vältida ning kui vead peaksidki tekkima, on neid kergem parandada (*ibid.* 40).

Kuna aga võib öelda, et leidub selliseid tõlkijaid, kes lähteteksti pärast kiiret ülevaatomist enne pikemalt läbi ei loe, nagu mainib ka Mossop (2014: 183) ning ka autor kuulub pikemate tekstide tõlkimise puhul selliste tõlkijate hulka, siis tõlgiti ka Czferski teose peatükid tõlke-eelseid protsesse kasutamata, et analüüsida „igapäevast“ tõlkeprotsessi ja selle tulemust. Palju olulisemaks peab autor tõlkimise ajal toimuvaid protsesse ja tõlke-järgseid protsesse. Czferski teose tõlkimisel oli tõlkimise protsess üsna lihtne: autor analüüsis teksti lausehaaval, otsis üles vajalikud terminid, märkis üles sellised, mille vastete leidmiseks oleks pidanud kulutama rohkem aega, ning üritas üldjoontes mitte jääda ühe probleemi juurde seisma, teades, et tõlkimisele järgneb põhjalik toimetamine, mille autor otsustas teha mitmes etapis.

Nagu öeldud, siis ei kasutatud enne tõlkimist lähteteksti kui terviku analüüsimist. Samas on ilmselge, et ka tõlkimise ajal peab tõlkija pidevalt lähteteksti analüüsima, et edasi anda mõtet, mis lähtetekstis peitub. Nord (2005: 36) pakub välja *looping*-teooria, mis hõlmab endas lähteteksti ja tõlke pidevat analüüsi. Ta mainib, et tõlkija tuleb teooria järgi juba analüüsitud osade juurde korduvalt tagasi ning kas kinnitab või lükkab ümber eelmised arusaamad (*ibid.* 39). Sarnast eelmiste osade juurde tagasi pöördumist kasutas ka autor ja seda just toimetamise puhul. Kuna Czferski tõlget toimetati mitmes etapis, millest igaühe juures keskenduti erinevatele teksti omadustele nagu ortograafia ja stiil, siis pöörduti ühe ja sama lause juurde mitmeid kordi tagasi, mis suurendas tõenäosust, et tõlkides tekkinud vead said parandatud. Mossopi (2014: 42) sõnul tuleks toimetamise etapid üksteisest lahus hoida ning enamasti suutis autor ka seda teha, kuid paratamatult tekkis olukordi, kus näiteks stiili toimetamise puhul ei jäänud märkamata ka kirjavead või vale komakasutus. Autor arvab, et *looping*-teooria toimib toimetamise puhul hästi just sellepärast, et kui tõlkija satub silmitsi keerulise segmendiga, siis piisab vaid selle äramärgistamisest, et jätkata teiste segmentide tõlkimisega, mis tähendab, et tõlkeprotsess ei jää seisma. Hiljem toimetades vaatab tõlkija ehk probleemset segmenti teise pilguga – võibolla oli tegemist keerulise terminiga, millega tõlkija polnud tuttav, aga mis hiljem originaaltekstis lahti seletati, andes niimoodi tõlkijale idee, millist vastet kasutada – ning tõenäoliselt on tal mõtteid, kuidas probleemi lahendada. Ning kui ei ole, siis tuleks segment jälle mõneks ajaks kõrvale jätta ja selle juurde hiljem tagasi pöörduda.

Toimetamise puhul eristab Mossop (2014: 1) kahte tüüpi toimetajaid. Üks neist on inglise keeles *editor* ehk mittetõlkeliste tekstide toimetaja, kes on Mossopi järgi elukutseline

toimetaja, kes üldiselt toimetab teiste kirjutatud tekste. Teine toimetajatüüp on *reviser* ehk tõlketekstide toimetaja või ka „ülevaataja“, kes toimetab tõlgitud tekste ning kelle töö võib hõlmata nii teiste kui enda tõlgitud tekstide toimetamist. Magistriprojektis mõeldakse enamasti toimetaja termini all just viimast mõistet, s.o. tõlketekstide toimetajat, küll aga vaadatakse ka mittetõlkeliste tekstide toimetaja ülesandeid, kuidas need tõlketekstide toimetaja omadest erinevad ning milliseid ülesandeid autor ise Czernski tõlke toimetamise juures oluliseks pidas ning toimetades kasutas. Mossopi (2014: 27) sõnul on tõlketekstide toimetamine väga oluline, sest ka tõlkijad on inimesed ning teevad vigu, kuid hilisemale toimetamisele ei tohiks liiga palju rõhku panna. Autor mõistab seda nii, et tõlkijatel peaks olema pigem vigu ennetav hoiak, mis loodetavasti suurema osa vigadest välistab. Sikora (2016) mainitud teooria tõlke-eelsete protsesside tähtsuse kohta aitaks mõnda tüüpi vigu ära hoida. Kuna aga enne Czernski tõlkimist lähtetekstiga eeltööd ei tehtud, siis ei jäänud autor vaid tõlketekstide toimetaja ülesannete juurde. See tähendab, et autor ei võtnud hoiakut, et toimetamisele ei tuleks nii suurt rõhku panna kui tõlkimisele, ning toimetab tõlget ka Mossopi (2014) väljapakutud neljale mittetõlkeliste tekstide toimetaja ülesandele keskendudes, mis on järgmised:

- teksti korrektuur (*copyediting*), mille käigus peaks parandama vead, mis on seotud õigekirja, süntaksi, idioomide ja ortograafiaga;
- stiili toimetamine (*stylistic editing*), mis hõlmab lausetasandil vigade parandamist, näiteks halvasti liigendatud lauseid, valet lauserõhku, sõnarohkust ja raskesti jälgitavust;
- struktuuri toimetamine (*structural editing*), mis hõlmab nii teksti füüsilist (näiteks pealkirjad, kokkuvõte) kui ka kontseptuaalset struktuuri (näiteks sissejuhatus, teema tutvustamine);
- sisu toimetamine (*content editing*), mis hõlmab tekstis olevate ideede ja mõistete toimetamist.

Teine põhjus, miks autor otsustas ka mittetõlkeliste tekstide toimetaja ülesandeid täita on järgmine: lisaks sellele, et tõlkijal on kohustus oma tõlge üle kontrollida, mida mainitakse ISO 17100 standardis tõlketeenuste kohta (2015), on standardis ka öeldud, et sama oluline on, et tõlget toimetaks ka keegi teine. Kuna magistriprojekti loomuse tõttu polnud see aga võimalik, siis üritas autor toimetamisele suuremat rõhku pannes ning eelkõige tõlkimise ja toimetamise vahele aega jättes välistada rohkem vigu.

Kolmas põhjus, miks toimetamisprotsess jagati kaheks, on see, et autori arvates on tõlketeksti toimetamise puhul oluline nii selle originaaliga võrdlemine, et kontrollida originaali mõtte edasiandmist, kui ka tõlke eraldi vaatamine, et tõlkija saaks keskenduda vaid ükskeelsele tekstile.

Seega oli Czernski teose sissejuhatuse ja esimese peatüki tõlkimise protsess jagatud kaheks. Esiteks tõlkis autor teksti, pöörates tähelepanu sellele, et tegemist oleks semantilise tõlkega, kasutades muuhulgas keerulisemate segmentide puhul otsetõlke strateegiat. Protsessi teine osa oli toimetamine, mis oli ümbritsetud Nordi *looping*-teooria kohandatud versioonist ning mille puhul kasutati Mossopi välja pakutud toimetamisülesandeid.

### 3. Tõlkeprobleemide analüüs

Nagu eespool mainitud, jagunes tööprotsess kaheks. Protsess algas tõlkimisega ning lõppes toimetamisega, millel oli omakorda mitu etappi. Analüüsiosa keskendub eelkõige toimetamise käigus tekkinud probleemidele, kuigi räägitakse ka tõlkimisega seotud raskustest. Tõlkeprobleemide analüüsi peatükk on jagatud neljaks osaks, millest esimene on sissejuhatusliku sisuga, kahes järgmises arutatakse tõlke ülevaatus ja toimetamise ajal tekkinud probleemide üle, ning viimases tehakse protsessi kohta järeldusi.

#### 3.1 Czernski teose tõlkimisest ja toimetamisest

Mossop (2014: 182) ütleb, et iseenda tõlke toimetamine on ainulaadne sellepärast, et igal tõlkijal võib toimetamisprotsess olla väga erinev, sest võrreldes mittetõlkeliste tekstide toimetamisega saab tõlkelist teksti toimetada ka juba tõlkimise ajal. Ta on jaganud tõlkeloome kolmeks osaks: tõlkeloome eelne osa (*pre-drafting*) ehk see, mis toimub enne lausehaaval tõlkimist, tõlkeloome (*drafting*) ja tõlkeloome järgne osa (*post-drafting*). Nende kolme faasi ajal tuleb Mossopi (*ibid.* 183) järgi täita viis ülesannet, mis on vahetult seotud tõlkeprotsessiga: lähteteksti tõlgendamine, tõlke loomine, terminoloogilise ja muu uurimustöö tegemine, tõlke kontrollimine (*checking*) vigade suhtes ja nende parandamine ning viimaks peaks tõlkija kaaluma, kuidas mõjutab oletatav sihtrühm nelja eelmist ülesannet. Tõlkijad teevad neid ülesandeid erinevates faasides ja erinevas järjekorras.

Czernski teose puhul tõlgendati lähteteksti juba tõlkeloome etapis, mille juures tegeleti ka õigete terminite otsimisega. Tõlkeloome järgsesse ossa jäid kõige keerulisemad terminid, millele autor ei leidnud sobivat vastet, ning muidugi tõlke kontrollimine. Mossopi pakutud viimasele ülesandele pööras autor vaid põgusalt tähelepanu ja otsustas, et tõlke sihtrühm mõjutab eelkõige tõlkeloomet ja Czernski teose puhul tuleks teksti pigem kodustada kui võõrapärastada.

Czernski teose tõlkimiseks kasutas töö autor tõlkeabiprogrammi, mis tähendab, et korraka keskenduti ainult ühele lausele. Mossop (2014: 3) ütleb, et tõlkemälude kasutamise tõttu võib tõlkes puududa ühtsus erinevate segmentide vahel, mis on tulnud otse tõlkemälust. Kuigi Czernski teose tõlkimise puhul polnud autoril abi tõlkemäludest, mis oleks tõlkimisprotsessi täislausete ette söötmisega kiiremaks teinud, siis oli toortõlget toimetades

mõnes kohas märgata, kuidas järgmine segment ei olnud eelmisega kooskõlas, see tähendab, et laused olid iseseisvana grammatiliselt korrektsed, kuid neid üksteise järel lugedes puudus lausete vahel ühtsus. Seega võib öelda, et lisaks sellele, et tõlkemälu kasutamine võib muuta teksti ebaühtlaseks, tekib tõlkeabiprogramme kasutades ka teine olukord, mille tulemus on sama: kuna tekst on jagatud segmentideks ja need on selgelt piiritletud, keskendub tõlkija korraga vaid ühele lausele ning tekst tervikuna jääb tagaplaanile. Teksti ühtluse tagamist võib seega pidada üheks põhjuseks, miks iseenda tõlke läbilugemine väljaspool tõlkeabiprogrammi näiteks Wordi dokumendina on väga tähtis ja võiks autori arvates olema osa toimetamisprotsessist.

Pärast tõlkimist alustati toimetamisega ehk tõkeloome järgse osaga, mis sai alguse lähteteksti ja sihtteksti võrdlemisega ning tõlke ülevaatusena. Nagu mainitud, siis on tõlketekstide toimetaja ülesanded natuke erinevad mittetõkeliste tekstide toimetamisest. Kõige suurem erinevus on see, et tõlketekstide toimetajal on olemas originaaltekst ning seega on tõlketekstide toimetaja kohustatud kontrollima, kas tõlge vastab originaalile olenevalt sellest, mis meetod tõlkimiseks valiti. Teine erinevus on see, et tõlketekstide toimetamine ehk ülevaatus on piiratud, sest lõplik tulemus sõltub paljuski originaalst. Samas ei saa öelda, et tõlketeksti toimetamine ilma originaali juuresoluta oleks võimatu või tõlkele kahjulik. Hoopis vastupidi – kuigi toimetaja ei saa teha muudatusi, mis oleksid võimalikud mittetõkeliste tekstide puhul, tuleks tõlketeksti eraldi vaatamine kasuks, nagu ka varsti selgub.

Toimetamisprotsessi teises osas keskenduti vaid tõlkele ning kasutati suuremat osa Mossopi välja pakutud ja teooriaosas nimetatud ülesannetest.

Nii tõlkimise kui ka toimetamise ajal kasutati järgmiseid abistavaid sõnaraamatuid: õigekeelsussõnaraamat ÕS 2013, eesti keele seletav sõnaraamat (2009), võõrsõnade leksikon (2015), ametniku soovitusõnastik (2013), sünonüümisõnastik (1991), terminibaas Estern (2018), Korrovitsi ja Käämbre inglise-eesti füüsikasõnaraamat (2006) jms.

### **3.2 Toimetamise esimene etapp: ülevaatus (*revision*)**

Mossop (2014: 134) jagab tõlketekstide ülevaatusel põhimõtted nelja rühma, mis aitavad tõlketekstides olevaid veatüüpe määrata. Rühmad hõlmavad tähendusülekannet, sisu, kasutatud keelt ja visuaalset külge. Tähendusülekande alla kuuluvad tõlke täpsuse ja täielikkusega seotud

küsimused, sisu alla loogilisus ja faktid, kasutatud keele alla sujuvus, sihtrühmale vastavus, ortograafia jms ning visuaalse külje alla teksti kujundusega seotud probleemid. Mossopi (2014: 135-136) järgi on ülevaatus ehk *revision*'i etapis kõige tähtsam tõlke täpsuse kontrollimine ehk kindlaks tegemine, kas tõlge vastab originaalile. Ta ütleb, et tõlge ei pea olema „nii täpne kui võimalik, vaid ainult nii täpne kui on vajalik“ (*ibid.* 136). Ta möönab ka, et mida täpsem on tõlge, seda mittedejuvam tundub see lugejale. Esimene etapp tõlkimisprotsessis oli seega tõlke vastavuse kontrollimine, kas modaalsus ja muud elemendid originaalist olid adekvaatselt tõlkesse üle toodud. Samas toimetati selles etapis ka juba näiteks lausete sõnastust ja vahetati mõnikord kasutatud sõnu nende sünonüümide vastu.

Üheks keerukamaks segmendiks osutus järgmine lause, kuigi ingliskeelne originaal on pealtnäha üsna arusaadav. Näite vasakus lahtris on toodud originaal (nagu kõikides järgmistes näidetes, kui pole öeldud teisiti) ja paremas toortõlge.

<p>Less than a century ago these dragons were everywhere, hauling the products of industry and the needs of society across whole countries and expanding the world of their passengers. (Czerski 2016: 20)</p>	<p>Vähem kui sajand tagasi leidis neid lohesid kõikjal, tassides tööstustooteid ja ühiskonna vajadusi läbi tervete riikide ning avardades oma reisijate maailma.</p>
--	--

Toortõlget uurides võib ehk näha, et tegemist on otsetõlkega. Originaal on mõjutanud nii tõlke lauseosade järjestust kui ka sõnavalikut. Lohede all mõeldakse siin auruvedureid. Ingliskeelne originaal ei kõla sugugi halvasti, aga tõlke sõnastust peaks ehk kohendama. See tähendab, et selline tõlge oleks ehk originaaliga võrreldes üsna täpne, aga halvasti loetav ja kohati ka segane. Sihttekstis olev *needs of society* otsetõlge *ühiskonna vajadused* on läbipaistmatu ning ei ütle lugejale kohe, millega on tegu. Samas võib tekkida ka küsimus, et kuidas on võimalik auruveduriga vajadusi transportida. Originaali analüüsid võib öelda, et vastandatud on tööstustooteid ja veel midagi ning tõenäoliselt on tegemist füüsiliste asjadega, mida rongid veavad. Macmillan Dictionary (2018 *sub* need, n.) võib leida, et ingliskeelne sõna *need* tähendab nii vajadusi kui vajalikke asju. Seega kasutas autor tõlkes hoopiski fraasi *ühiskonnale vajalikud kaubad*.

Järgmine probleem, mida autor lauset toimetades leidis, oli sõna *hauling* vaste *tassima*. Seda probleemi võib liigitada ühte eelpool mainitud Mossopi toimetamispõhimõtete rühma alla,

milleks on sisu. Mossopi (2014: 134) järgi peaks sisu kontrollimise ajal muu hulgas tähelepanu pöörama tõlke loogilisusega seotud küsimusele: kas tõlkes on absurdsusi või vasturääkivusi? Sõna *haul* vaste võib olla *tassima*, aga lause mõtet arvestades oleks see natuke kummaline. Eesti keele seletav sõnaraamatus (2018 *sub* *tassima*) on *tassima* seletatud järgmiselt: pingutades, jõudu rakendades kandma, vedama. On kaheldav, kas auruvedurid koormaid vedades end pingutavad, võibolla oleks see vedurite liigne isikustamine ja neile tunnete omistamine, lisaks hägustab sõna mõtet ka kollokatsioon „seljas *tassima*“. Seega kasutas autor lõpuks sõna *vedama*, mis on neutraalsem ja kollokatsioonide mõttes ka sobivam.

Peale paari muud parandust oli lause järgmine. „Vähem kui sajand tagasi leidis neid lohesid kõikjal, vedades tööstustooteid ja ühiskonnale vajalikke kaupu mööda terveid riike ning avardades oma reisijate maailma.“ Kuna lause ei tundunud aga ikkagi veel piisavalt hea, siis pöördus autor selle juurde hiljem uuesti tagasi, rakendades Nordi *looping*-teooriat, mis aitab probleemseid kohti uue pilguga vaadata. Tähtis on mainida, et kuigi teksti toimetati tervikuna vähemalt kaks korda, esimest korda tõlketekstide toimetaja ülesannetele tähelepanu pöörates ja teine kord mittetõlkeliste tekstide toimetaja ülesandeid arvestades, siis korduvat tagasipöördumist kasutati vaid keerulisemate segmentide puhul. Võib öelda, et kui toimetada teksti tervikuna rohkem kui kaks-kolm korda, siis ei pruugi see enam tõlget parandada, vaid hoopis tekitada uusi vigasid, mis on põhjustatud liigsest analüüsist.

Analüüsitava lause lõplik versioon avaldus hoopiski toimetamise järgmises etapis, kus tõlget enam originaaliga ei võrreldud, aga lause ümbersõnastus on siiski ka seotud Mossopi ülevaatusetapiga. Nimelt haakub see alapeatüki alguses mainitud ideega, et tõlge peab olema vaid nii täpne kui vajalik. Analüüsitava lause puhul nagu ka Czernski teose jaoks valitud tõlkemeetodist lähtuvalt kõikide teiste tõlkelausete puhul on oluline lause sujuvus sihtkeeles ja mõte, mitte struktuur. Nii arvavad ka Hervey ja Higgins (2002: 20), kes ütlevad, et tõlke puhul pole oluline selle absoluutne samasus originaaliga, mis on isegi võimatu, vaid tõlkekadude vähendamine. Nad ütlevad, et tõlkekadu on vältimatu, nii et tõlkija peab tihti kompenseerima ja otsustama, mis on tõlkes oluline ning mis mitte. Analüüsitava näite puhul oleks tõlkekadu lause struktuur. Seega võib öelda, et lause puhul polnud oluline mitte selle struktuuri järgimine, vaid mõtte edasi andmine ning seetõttu kasutati probleemi lahendusena ümbersõnastust, mis jaotub tõlkevõtete alla, sest see mõjutas lõplikku tulemust. Ümbersõnastus on Molina *et al.* (2002: 510) järgi kompenseerimine (*compensation*), see tähendab lähteteksti informatsiooni esitamine teises kohas ehk praegusel hetkel mitte lause lõpus vaid keskel. Pärast

ümbersõnastust kõlas lause nii: „Vähem kui sajand tagasi leidus neid tööstustooteid ja ühiskonnale vajalikke kaupu mööda terveid riike vedavaid ning oma reisijate maailma avardavaid lohesid kõikjal.“ Nimisõna täiendit võib siin küll liiga pikaks pidada, aga nagu Pym (1992: 4) ütleb, siis võivad tõlkevead olla mittebinaarsed, see tähendab, et pole olemas „õiget“ ja „valet“ tõlget, vaid nende kahe variandi vahele jääb skaala, millele tõlkelahendused jaotuvad. Autor arvab, et analüüsitava lause lõplik versioon on algvariandiga võrreldes veidi parem.

Analüüsitud lauses avaldusid mitmed probleemid, millele ka ülejäänud teksti ülevaatamisel tähelepanu pöörati. Need olid lause sujuv sõnastus (ümbersõnastus), sõnade tähendus ja sobivus konteksti (siin *tassima* ja *vedama*), sõnade või fraaside mõtte edasiandmine (*needs of society*) ning muidugi õigekiri.

Ülevaatusetapi jooksul rõhuti rohkem originaali ja tõlke võrdlemisele, mis tõlketekstide toimetamise puhul ongi ülevaataja töö. Kuna mõned Mossopi tõlketekstide toimetaja ülesanded kattuvad mittetõlkeliste tekstide toimetaja ülesannetega, siis keskenduti selles etapis vaid nendele ülesannetele, mida polnud võimalik ilma originaalita teha. See hõlmab näiteks mõtte edasiandmist. Seetõttu jäi ka ortograafia kontrollimine hoopis toimetamise järgmisesse etappi, sest keelereeglid jäävad samaks ja ei sõltunud selle teose puhul originaalist.

Siinkohal võib meenutada töö algust, kus mainiti, et tõlkeprogrammide tõttu võib isegi toimetades jääda märkamata teksti sujuvus tervikuna, sest tõlkija toimetab samasuguses keskkonnas, milles ta teksti tõlkis – keskkonnas, milles laused on jätkuvalt segmentideks jagatud ja seega on tekstist ülevaate saamine raskendatud. Pärast tõlke ja originaali võrdlemist võiks edasi liikuda ükskeelse toimetamise juurde, et tekstist tekiks parem ülevaade ja parandatud saaks ka muud vead.

### **3.3 Toimetamise teine etapp: toimetamine (*editing*)**

Nagu töö teooriaosas mainiti, kuulub selline toimetamine, mille puhul toimetaja tegeleb vaid ühe tekstiga tavaliselt mittetõlkeliste tekstide toimetaja tööülesannete alla. Kuna aga autor arvab, et tõlke peaks üle vaatama ka nii, et protsess poleks originaalist mõjutatud ja tähelepanu saaks pöörata ka tekstile kui tervikule, siis toimetab autor tõlget ka mittetõlkeliste tekstide toimetaja ülesannetest lähtudes. Järgmistes analüüsiosades tegeletakse Mossopi välja pakutud



ja töö teooriaosas välja toodud nelja ülesandega, millest pöörati rohkem tähelepanu stiili toimetamisele ja korrektuurile.

### 3.3.1 Stiili toimetamine

Mossop (2014: 64) mainib, et teksti loetavamaks muutmiseks tuleks hoiduda liigsetest kordustest ja kasutada sünonüüme või parafraseeringuid. Autor nõustub selle väitega, kuid kuna Mossop peab silmas eelkõige originaalteksti toimetamist, mille puhul on toimetajal tõenäoliselt vabamad käed, siis tuleks seda väidet natuke tõlke toimetamise jaoks muuta. Kuna tõlkija peaks tõlkides siiski järgima lähteteksti, siis on tõlketekst ja selle toimetamine originaalteksti toimetamisega võrreldes piiratum. See tähendab et liigseid silmapaistvaid kordusi tuleks küll autori meelest vältida, kuid vältimisstrateegia peaks olema teine. Kui tundub, et kahes või mitmes üksteise kõrval asuvas lauses kasutatakse ühte terminit ja sihttekstis on see liialt silmapaistev, võiks tõlkes kasutada näiteks selle termini sünonüümi asemel hoopis asesõna, mis mõjub neutraalsemana ning mille puhul ei ole ohtu, et see tekitaks lugejas konnotatsiooni, mis lähtetekstis puudub.

Kordusteks võib pidada ka liigsete asesõnade kasutamist. Czterski teose toimetamise jooksul kerkis mitmes kohas esile probleem, kus originaalis oli kasutatud millelegi viitamiseks asesõna, aga eesti keeles samuti asesõna kasutamine oleks muutnud lause raskesti jälgitavaks. Näitena võib kasutada järgmiseid üksteise kõrval olnud lauseid. Paksus kirjas on märgitud analüüsivad osad.

In your teacup, the spiral lasts just a few seconds before the two liquids mix completely.	Teetassis kestab spiraal vaid mõned sekundid, enne kui kaks vedelikku täielikult segunevad.
But <b>it</b> was <b>there</b> for long enough to be seen, a brief reminder that liquids mix in beautiful swirling patterns and not by merging instantaneously. (Czterski 2016: 7)	Kuid <b>see</b> oli <b>tassis</b> piisavalt kaua, et <b>seda</b> näha, põgus meeldetuletus, et vedelikud segunevad kaunites keerlevates mustrites ning ei ühine silmapilkselt.

Nagu näha, siis tegi autor juba tõlkides ühe paranduse ja kasutas sõna *there* asemel täpsustavamalt ja selgemat sõna *tassis*, sest sellele *there* viitabki. Kui vaadelda alternatiivset olukorda, kus asesõna oleks tõlkes asendamata jäänud, kõlaks lause nii: „Kuid see oli seal piisavalt kaua, et seda näha...“. Isegi kui võtta arvesse eelmist lauset, võib jääda selgusetuks, millele asesõnad viitavad.

Mossopi (2014: 67) sõnade järgi ei tohiks teksti lugejal tekkida tunnet, et ta ei saanud lausest aru, kuna selle sõnastus oli halb. Ta toob eraldi välja, et asesõnadega tähistatavad mõisted peavad olema selged (*ibid.* 71). Probleem tekib viimase paksus kirjas märgitud asesõnaga, mille puhul võib tekkida tunne, et see viitab tagasi nimisõnale *tass*. Sõna *spiraal* ja sellele osutav asesõna vahele jääb liiga palju ruumi, sest nimisõna kasutati eelmise lause alguses. Seega kohendas autor lauseid järgmiselt: „Enne kahe vedeliku täielikku segunemist püsib spiraal teetassis vaid mõni sekund. Kuid see oli märkamiseks piisavalt kaua tassis, tuletades meelde, et vedelikud segunevad kaunites keerlevates mustrites ning ei ühine silmapilkselt.“

Autor kaalus ka teises lauses asesõna täiesti välja võtmist ja nimisõnaga asendamist, aga nii oleks tekkinud häiriv kordus hoopis nimisõnaga *spiraal*.

Järgmises lausekolmikus tekkis probleem kohtadele viitavate asesõnadega.

In most places I've lived <b>they</b> come in frustratingly small quantities, but <b>in Rhode Island they</b> grow in abundance.	Enamikus kohtades, kus ma elasin, müüdi <b>neid</b> pettumust valmistavalt väikestes kogustes, kuid <b>Rhode Islandil</b> kasvas <b>neid</b> hulgi.
I wanted to convert some of the summer blueberry bounty into blue jam to take back to the <b>UK</b> .	Ma tahtsin osa oma suvisest mustikasaagist muuta siniseks moosiks tagasi <b>Ühendkuningriiki</b> võtmiseks.
So I spent one of my last mornings <b>there</b> picking and sorting blueberries. (Czerski 2016: 10)	Seega veetsin ma ühe oma viimastest hommikutest <b>seal</b> mustikaid korjates ja sorteerides.

Autorile tundub, et sama probleem tekib ka lähteteksti lugedes, sest Rhode Islandit, kus Czerski mustikaid korjas, mainitakse viimati kaks lauset tagasi. Sellise olukorra puhul tuli kahjuks ka tõlkeabiprogramm kasutamine, sest autor tõlkis teksti lausehaaval ja ei mõelnud

mõistetele, millele asesõnad osutasid. Sellisel kujul viitab kolmandas lauses olev asesõna tagasi teises lauses olevale Ühendkuningriigile ja seega tuli asesõna asendada nimisõnaga.

Pärast toimetamist nägid laused välja nii: „Enamikus kohtades, kus ma elanud olen, müüakse **mustikaid** pettumust valmistavalt väikestes kogustes, kuid Rhode Islandil kasvas **neid** rohkesti. Ma tahtsin osa suvisest mustikasaagist muuta siniseks moosiks, mida Ühendkuningriiki kaasa võtta. Seega veetsin ühe oma viimastest hommikutest **Rhode Islandil** mustikaid korjates ja sorteerides.“

Autor tegi ka esimeses lauses paranduse, asendades ühe asesõna nimisõnaga *mustikad*, et lause sujuvamalt kõlaks.

Stiili toimetamise juures ei pööratud tähelepanu mitte ainult asesõnadele, vaid ka lauserõhule ja muudele aspektidele, näiteks sellele, et originaalis viidatakse tihti teksti lugejale kui *you*, kuid eesti keeles on sellistes olukordades pigem eelistatud umbisikuline tegumood. Järgmises näites on toodud juba toimetatud tõlge.

If <b>you</b> double the temperature <b>you</b> still double the volume (if you keep the pressure constant). (Czerski 2016: 16)	Kui <b>kahekordistada</b> temperatuuri, <b>kahekordistub</b> endiselt ka ruumala (kui rõhku püsivana hoida).
---	--

Selles näites pole mingit põhjust isikut rõhutada ja öelda näiteks järgmist: „Kui sa kahekordistad temperatuuri, siis kahekordistad sa endiselt ka ruumala“. Rõhutamine pole vajalik, sest tegemist on üldise näitega gaaside käitumise kohta, mitte kindla katsega, mida lugeja peaks proovima.

Ülaltoodud näited sobivad väga hästi illustreerima seda, et tõlketeksti puhul on palju kasu ka sellest, kui seda toimetatakse nii, et originaali kõrval ei ole, sest nii on võimalus muuta tekst sujuvamaks ja lugejale arusaadavamaks.

### 3.3.2 Sisu toimetamine

Stiili kõrval on oluline toimetada ka tõlke sisu. Mossop toob välja mitu kategooriat, mida toimetamise puhul jälgida. Tõlkimise puhul kuuluvad sisu toimetamise alla näiteks korduste väljatoimetamine või täiendava informatsiooni lisamine, et lugejale tutvustada mõnda mõistet,

mis pole sihtkultuurile omane (Mossop 2014: 88). Töö autor kasutas just täiendava informatsiooni lisamist, et seletada lahti mõnda võõrsõna või läbipaistmatut mõistet.

<p>It's a romp through the physical world, showing how playing with things like popcorn, coffee stains and refrigerator magnets can shed light <b>on Scott's</b> expeditions, medical tests and solving our future energy needs.</p>	<p>See on lõbus mürgel läbi füüsilise maailma, näidates, kuidas popkorni, kohviplekkide, külmikumagnetite ja muude sarnaste asjadega mängimine võib heita valgust <b>polaaruuri</b> <b>Scotti</b> retkedele, meditsiinistidele ja meie tulevase energiavajaduse lahendamisele.</p>
--	--

Ülemises näites otsustas autor tõlkes lisada Scotti ette täiendi, juhul kui eestikeelse tõlke lugejal ei teki kohe õiget assotsiatsiooni. Molina *et al.* (2002: 510) järgi on tegemist võimendamise tõlkevõttega (*amplification*), mis tähendab, et sihtteksti lisatakse täiendavat informatsiooni, mida lähtetekstis pole, ilma et originaali mõtet muudetaks.

Samamoodi toimiti ka järgmise näitega.

<p>The result would be an extreme case of <b>what divers call 'the bends'</b>, and as the whale returned to the surface the extra nitrogen would bubble up in its blood, doing all sorts of damage. (Czerski 2016: 14)</p>	<p>Tagajärg oleks raske <b>sukeldujatel esinev kiirest õhurõhu vahetusest tingitud kessoontõbi</b> ja kui kašelott naaseks tagasi veepinnale, muutuks üleliigne lämmastik tema veres mullideks, põhjustades mitmekülgset kahju.</p>
--	---

Autor puutus sõnaga *kessoontõbi* kokku esimest korda ja seega tehti oletus, et tavaline inimene ei pruugi teada, millega tegu on. Võõrsõnade leksikoni (2015 *sub* tuuker) järgi on sellel olemas ka sünonüüm *tuukrihaigus*, aga *kessoontõve* kasuks otsustati sellepärast, et see tundub olevat kõige levinum viis, kuidas haigust nimetada. Otsuse tegemiseks kasutati Eesti Keele Instituudi koostatud etTenTen korpust (2018), mis ei andnud ühtegi vastet *tuukrihaigusele*, samas kui *kessoontõbe* mainitakse korpuses mitmeid kordi.

Järgmine otsus hõlmas seda, kui palju täiendavat informatsiooni sõnale lisada. Kaaluti varianti *sukeldujatel esinev kessoontõbi*, aga kuigi see fraas juhib lugeja õigesse suunda, pole see ikkagi piisavalt läbinähtav, et seletada millega tegu. Lisaks on Czerski teos

populaarteaduslik, mis peaks juba viitama sellele, et selle sisu on lugejale võimalikult kättesaadavaks tehtud. Seega otsustatigi lõpuks pikema seletuse kasuks, mille puhul ei pea lugeja võõrsõna sõnaraamatust järele otsima ja sujuvat lugemiselamust katkestama.

Kuna tegemist on siiski tõlketekstiga, pole sisu toimetamine nii piiramatult nagu see oleks mittetõlkelise teksti puhul. Seetõttu piirduski Czernski teose sisu toimetamine täiendava informatsiooni lisamisega, kui autor arvas, et mõiste ei pruugi keskmisele lugejale tuttav olla.

### **3.3.3 Struktuuri (mitte)toimetamine**

Võid öelda, et veel piiratum kui sisu toimetamine on tõlketekstide puhul struktuuri toimetamine. Samas ütleb Mossop (2014: 81), et ka tõlkimise ajal ei tohiks teksti struktuuri täiesti tähelepanuta jätta, kuigi esialgu võib tunduda, et tõlkijal pole õigust sellega midagi teha. Mossopi meelest on õigustatud näiteks lausete järjekorra muutumine, kui see toob argumendi paremini esile. Kuna aga Mossop toob näiteid eelkõige teadus- või ajaleheartiklite tõlkimise kohta, siis jättis magistriprojekti autor Czernski teose tõlkimise puhul struktuuri selliseks nagu see raamatus oli. Võib öelda, et autor ei nõustu Mossopiga ja arvab, et vähemalt praeguse tõlkemeetodi puhul võiks lauseid mitte ümber tõsta.

### **3.3.4 Korrekatuur**

Pärast sisu ja stiili toimetamist olid läbitud kõik Mossopi välja pakutud toimetamisülesanded peale korrektauri. Mossopi sõnul (2014: 42) nõuab teksti korrektauri suurt tähelepanu üksikasjade suhtes ning algaja toimetajana tuleks seda toimetamise etappi teistest lahus hoida, see tähendab mitte üritada samal ajal parandada näiteks ka teksti stiili, sest nii võib jääda mõni viga märkamata. Korrektauri ei tasu teha enne, kui on toimetatud juba muid teksti aspekte, sest sellisel juhul võib näiteks komade lisamine või üleliigsete eemaldamine olla asjatu, kui hiljem lauset täiesti muudetakse. Autor ei suutnud siiski ortograafiat muude etappide juures täiesti tähelepanuta jätta, kuid viimase toimetamise etapina oli teksti pisiasjadele tähelepanu pööramisest kasu ja esile tulid väikesed vead, mida muudele teksti osadele keskendudes ei märgatud. Korrektauri võiks autori meelest teha ilma segava originaaltekstita, sest Czernski

teose tõlke toimetamise jooksul selgus, et autor oli tõlkides tihti olnud mõjutatud ingliskeelsest tekstist, tuues eesti keelde üle ka inglise keele komareeglid.

A campfire had got out of control in the hot, dry conditions, <b>and</b> the winds were blowing the fire towards the coast. (Czerski 2016: 17)	Kuumades kuivades tingimustes oli lõkketuli üle käte läinud, <b>ning</b> tuuled puhusid tule ranniku poole.
--	---

Näite puhul on oluline see, et tõlkides on autor masinlikult kasutanud tõlkes samas kohas koma nagu see on originaaltekstis. Eesti keele õigekirjareeglite järgi aga sellises kohas koma ei peaks olema, sest tegu on rinnastava sidendiga. Selliseid olukordi leidis tõlkes päris mitmeid. Lause toimetatud versioon on selline: „Kuumades kuivades tingimustes oli lõkketuli kontrolli alt väljunud ja tuuled puhusid tuld ranniku poole“.

Korrektuur on viimane tegevus tõlketekstiga, pärast mida võib tõlke lugeda lõpetatuks.

### 3.4 Järeldused

Czerski teose tõlkimine ja toimetamine oli mitmekülgne protsess ning analüüsist võib järeldada, et autori esialgne plaan toimetada teose sissejuhatus ja esimene peatükk kahes etapis, esiteks tõlke ülevaatajana, kes võrdleb tõlget originaaltekstiga, ning siis toimetajana, kellel on ees vaid sihttekst, tuli tõlke viimasele versioonile kasuks. Ipseni ja Dami (2016: 154) tehtud katses jõuti erinevaid tõlkeprotseduure analüüsides samuti järeldusele, et lõpetatud tõlked olid paremad siis, kui toimetaja oli tõlget toimetanud vähemalt ühe korra nii, et seda ei võrreldud originaaliga. Autor sai lisaks selliselt teksti toimetades kindel olla, et ülevaatusetapis keskenduti originaalteksti mõtte ülekandmisele, et toimetamise ajal oleks võimalik tegeleda teksti muude aspektidega. Keerulisemate kohtade puhul tuli kasuks Nordi *looping*-teooria, mille puhul pöörduakse segmendi juurde korduvalt tagasi, et seda uue pilguga analüüsida. Töö analüüsiosast selgus ka, et originaaltekst mõjutab tihti tõlget ja näiteks võivad tõlkesse üle kanduda lähtekeele ortograafiareeglid. Kuna tõlkides kasutati tõlkeabiprogrammi, siis oli see probleem ehk rohkem võimendatud, sest tõlkides keskenduti korraka vaid ühele lausele. Sellisest segmenteeritud tekstist tulenesid ka teksti ühtluse ja mõistetavusega seotud probleemid, mistõttu tuli näiteks tõlkes tihti asesõnu nimisõnadega asendada. Kuigi tõlketeksti

toimetamine ilma originaalita on kasulik, tuleb arvestada ka seda, et toimetajal pole sellisel juhul nii suurt vabadust muudatusi teha kui oleks mittetõlkelise teksti toimetajal. Seega ei peaks toimetaja muutma näiteks tõlkes teksti üldist struktuuri ega lauseid ümber tõstma. Küll aga on etapp, kus tõlget ei kõrvutata enam originaaliga kasulik eelkõige korrektuuri aga ka sisu ja stiili toimetamise puhul. Kõige lõpuks võib öelda, et selline toimetamine ei sõltu teksti liigist ja teose populaarteaduslik olemus ei muutnud eriliselt toimetamisprotsessi, sest enamik probleeme polnud seotud mitte spetsiifiliste terminite, vaid hoopis teksti muude aspektidega, ja seega võiks mitme-etapilist toimetamist kasutada ka muude tekstiliikide korral.

## Kokkuvõte

Magistriprojektis keskenduti Helen Czerski teose sissejuhatuse ja esimese peatüki tõlkimisele. Tõlget globaalselt mõjutavaks tõlkemeetodiks valiti Peter Newmarki defineeritud semantiline tõlge, mis rõhutab tõlke esteetilist väärtust, sest Czerski teos on populaarteaduslik ja selles esineb vähe kultuurilisi elemente. Kuigi tõlke-eelseid protsesse peetakse tähtsaks, otsustas autor keskenduda hoopis tõlke-järgsetele etappidele ehk toimetamisele. Czerski teose tõlke toimetamisel kasutati Christiane Nordi *looping*-teooriat, mille järgi pöördub tõlkija mitmeid kordi keerulisemate segmentide juurde tagasi ja loodetavasti näeb neid uuest vaatenurgast.

Tekste saab toimetada mitut moodi. Brian Mossop eristab kahte tüüpi toimetajaid: mittetõlkeliste tekstide ja tõlketekstide toimetajaid, kelle ülesanded erinevad üksteisest. Tõlke toimetamisel keskenduti mõlema toimetajatüübi ülesannetele, et rõhutada, kui oluline on nii tõlke originaaliga võrdlemine kui ka tõlke ükskeelne toimetamine ilma et originaal toimetamist segaks.

Magistriprojektis analüüsiti mitmeid toimetamise ajal esile kerkinud probleeme. Arutati tõlke sisu, loogilisuse ja sõnastuse üle ning toodi välja, et tõlkides on kadu loomulik ning tõlkija peab otsustama, mida tõlkes edasi anda ja mida mitte. Ülevaatusetapis võrreldi tõlget originaaliga, pärast mida liiguti edasi ükskeelse toimetamise juurde, milles keskenduti vaid tõlkele.

Mossopi järgi tuleks toimetada teksti stiili, sisu, struktuuri ja teha tõlkele korrektuur. Kuna struktuuri toimetamine on vabam mittetõlkeliste tekstide toimetamise puhul, siis selle muutmisele tähelepanu ei pööratud, kuigi Mossop ise ütleb, et ka tõlketekstide puhul on mõnikord struktuuri toimetamine õigustatud. Kõige enam keskenduti tõlke stiilile, sealhulgas asesõnadele ja umbisikulistele lausetele, ning sisule, millega seoses toodi näiteid sellest, kuidas tõlkesse lisati lugejale selgitavat informatsiooni, mida originaalis pole. Viimane toimetamise etapp oli korrektuur, mille käigus avastati, et originaal mõjutas tihti sihtkeele ortograafiat.

Analüüsist võib järeldada, et originaaltekst võib mõjutada näiteks tõlke sõnastust ja ortograafiat, eriti kui tõlgitakse tõlkeabiprogrammis, milles kõik laused on esitatud segmentidena. Kui toimetada nii, et originaali võrreldakse tõlkega, siis võivad mõned vead märkamatuks jääda, sest originaal mõjutab jätkuvalt toimetajat. Selle vältimiseks võiks tõlketekste toimetada ka ükskeelsena, see tähendab ilma et tõlget originaaliga võrreldaks.



Kaheetapiline tõlketekstide toimetamine võiks autori meelest sobida ka teiste tekstiliikide või -tüüpide puhul, sest esile kerkinud probleemid olid universaalsed ning polnud mõjutatud Czernski teose populaarteaduslikust olemusest.

## Kasutatud allikad

- Ametniku soovitusõnastik 2018. Eesti Keele Instituut. Kättesaadav aadressil <http://www.eki.ee/dict/ametnik/>. (08.05.2018).
- Chesterman, Andrew; Williams, Jenny 2002. *The Map: A Beginner's Guide to Doing Research in Translation Studies*. Manchester: St. Jerome Publishing.
- Czerski, Helen 2016. *A Storm in a Teacup – the Physics of Everyday Life*. Great Britain: Transworld Publishers Limited.
- Eesti keele seletav sõnaraamat 2018. Eesti Keele Instituut. Kättesaadav aadressil <http://www.eki.ee/dict/ekss> . (08.05.2018).
- Eesti Standardikeskus 2015. EVS-EN ISO 17100:2015 Tõlketeenus. Nõuded tõlketeenusele. Tallinn: Eesti Standardikeskus.
- Eesti õigekeelsussõnaraamat ÕS 2013. Eesti Keele Sihtasutus. Kättesaadav aadressil <https://www.eki.ee/dict/qs/> . (08.05.2018).
- Esterm 2018. Eesti Keele Instituut. Kättesaadav aadressil <http://termin.eki.ee/esterm/>. (08.05.2018).
- etTenTen. Eesti Keele Instituut. Korpus. Kättesaadav aadressil <http://www2.keeleeveeb.ee/dict/corpus/ettenten> . (08.05.2018).
- Hervey, Sandor; Higgins, Ian 2002 [1992]. *Thinking French Translation: A Course in Translation Method*. London: Routledge.
- Ipsen, A. Helene; Helle Vrønning Dam 2016. Translation revision: correlating revision procedure and error detection. *Hermes – Journal of Language and Communication in Business* 55, 143–156.
- Korrovits, V.; Käämbre, H. 2002. *Inglise-eesti füüsika sõnaraamat*. Tallinn: TEA Kirjastus.
- Macmillan Dictionary 2018. Kättesaadav aadressil <https://www.macmillandictionary.com/>. (08.05.2018).
- Molina, Lucia; Hurtado Albir, Amparo 2002. Translation Techniques Revisited: A Dynamic and Functionalist Approach. *Meta* 47: 498–512.
- Mossop, Brian 2014. *Revising and Editing for Translators*. New York: Routledge.
- Newmark, Peter 1988. *A Textbook of Translation*. New York: Prentice-Hall International.
- Nida, Eugene A.; Taber, Charles R. 1969. *The Theory and Practice of Translation*. Leiden: E. J. Brill.

- Nord, Christiane 2005 [1988]. *Text analysis in translation: theory, methodology, and didactic application of a model for translation-oriented text analysis*. Translated from German by Christiane Nord and Penelope Sparrow. Amsterdam: Rodopi.
- Pym, Anthony 1992. Translation Error Analysis and the Interface with Language Teaching. — Cay Dollerup, Anne Loddegaard (toim.). *The Teaching of Translation*. Amsterdam: Benjamins, 279–299.
- 2014 [2010]. *Exploring Translation Theories*. New York: Routledge.
- Sikora, Iwona 2016. Procedural approach to translation quality, translation standards and teaching translation at the undergraduate level: focus on pre- and post-translation stages. *Journal of Translator Education and Translation Studies 1*: 38–57.
- Toury, Gideon 1980. *In search of a theory of translation*. Tel Aviv: Porter Institute for Poetics and Semiotics, Tel Aviv University.
- Võõrsõnade leksikon 2018. Eesti Keele Instituut. Kättesaadav aadressil <http://www.eki.ee/dict/vsl>. (08.05.2018).
- Õim, Asta 2007. Sünonüümisõnastik. Kättesaadav aadressil <http://www.eki.ee/dict/sys/>. (08.05.2018).

## **Summary**

University of Tartu  
College of Foreign Languages and Cultures

Cristhiane Rein

**Helen Czerski teose „Storm in a Teacup – the Physics of Everyday Life“ valitud peatükkide tõlge ja tõlke analüüs**

**Translation of selected chapters from *Storm in a Teacup – the Physics of Everyday Life* by Helen Czerski and an analysis of the translation**

Master's project

2018

53 pages

The aim of the Master's project was to translate into Estonian two chapters from a popular science novel *A Storm in a Teacup – the Physics of Everyday Life* by Helen Czerski, and analyse the translation. The project focused more on analysing the revision and editing processes that occurred after the text was translated. Brian Mossop proposes that revision is related to checking translated texts, while editing is concerned with checking original texts. The author of the project proposed that both processes are useful when checking a translated text because revision gives the advantage of assessing whether the translation has all the aspects of the original's meaning, and the editing, during which the original text is put away, allows to focus only on the translation and notice mistakes that are more clear when the original is not affecting the process.

Different aspects of the translation were analysed during the editing processes, for example its style and content. The author used Christiane Nord's looping theory which allows the translator to return to the more difficult segments of the translation with new insight, offering a way to solve translation problems.

After analysing various mistakes that were made during the translation and corrected during editing, the author concludes that it is better to check translated texts in two parts, first by revising it and checking for its consistency with the original among other tasks, and second by editing it unilingually, allowing to notice and correct problems that affect the entire text.

Lõputöö autori kinnitus

Olen lõputöö kirjutanud iseseisvalt. Kõigile töös kasutatud teiste autorite töödele, põhimõtteliste seisukohtadele ning muudest allikaist pärinevatele andmetele on viidatud.

Autor: Cristhiane Rein

.....

(allkiri)

.....

(kuupäev)

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Cristhiane Rein

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Helen Czerski teose 'Storm in a Teacup – the Physics of Everyday Life' valitud peatükkide tõlge ja tõlke analüüs“,

mille juhendaja on Reelika Saar,

1.1 reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 21. mai 2018