**LISA 3**

**NÄIDISPROBLEEMÜLESANDED**

**NÄIDISPROBLEEMÜLESANNE nr 1:** Millist kütust kasutada vajaliku võimsusega koostootmisjaama rajamiseks? (Näide elektri ja soojuse koostootmisjaamast FORTUM).

**Rollimäng:** Rajatakse …………… elanikuga piirkonnale ……………… võimsusega koostootmisjaama. (Mitu GWh elektri- ja soojusenergiat plaanida toota? – vt proportsiooni Tartu Fortumist!) Milliseid kütuseliike võiks kavandada koostootmisjaamas kasutamiseks?

Eeldame, et investeering põletusseadmetesse ja kütuse laadimisseadmetesse mistahes kütuse puhul on ühesugune – **MILLIST KÜTUST EELISTADA?**

Õpilased jagatakse rühmadesse (loosiga, vabatahtlikult) ja neile loositakse kütuseliik, igale rühmale üks, mille tootjad ja turustajad nad on. ÜLESANNE: põhjendada komisjonile (komisjoni liikmed tuleb ka loosida või valida), miks nad soovitavad just **seda kütuseliiki**, kui suured kogused kütust vajatakse nt ühes kuus koostootmisjaama täiel võimsusel töötamiseks? Leida internetist mõni loosiga saadud kütuse tootja. Millised on selle kütuseliigi olulised kvaliteedinäitajad, kuidas kontrollitakse. Milliseks kujuneb kütuse hind (internetiotsingu põhjal)? Iga rühm leiab oma kütuseliigi tootmise keskkonnamõju, transpordi hinna ja transpordi keskkonnamõju. Keskkonnamõjud koostootmisjaamast loositud kütuseliigi kasutamisel. Kõik rühmad esitavad oma kütuseliigi kohta põhjenduse komisjonile, miks võiks koostootmisjaam nende kütust eelistada. Komisjon töötab koostöös õpetajaga välja hindamiskriteeriumid ning pärast kõigi rühmade põhjenduste ärakuulamist, lisaküsimuste esitamist/vastamist annab kütuse pakkujatele tagasisidet, millised kütuseliigid osutusid rühmade ettekannete põhjal kõige perspektiivsemateks. Koostootmisjaama kütuseliigi lõplik valik tehakse põhjalikuma majandusanalüüsi ja keskkonnamõjude hindamise raporti põhjal ning komisjon annab soovitused, millistele kütuseliikidele sellised dokumendid tuleb koostada. Võib välja kuulutada parimad kütuste iseloomustajad!

**NÄIDISPROBLEEMÜLESANNE nr 2:** Toote/toodete grupi iseloomustamine, et koostada põhjendus EL fondist toetuse taotlemiseks.

Toodete (grupi) hindamist võib läbi viia ka rollimänguna (nt võimalus taotleda EL fondist toetust keskkonnasõbraliku toote tootmise laiendamiseks). Taotluse esitamiseks tuleb formuleerida PÕHJENDUS, mis iseloomustab vastavat toodet mitmekülgselt. Rollimängu rühmad peavad välja tooma poolt- ja vastuargumendid, miks võiks selle tootega EL fondi toetust taotleda. Rühmade valimine (loosi teel või vabatahtlikult) koos ülesannetega (näidis, sõltub klassi suurusest ja toodetest): ettevõtte EL koostöö grupp (põhjenduse koostajad ja teiste rühmade tööde hindajad), toorme hankijad ja kontrollijad, toote valmistajad (toote väljatöötajad ja töölised, võib ka eraldi rühmadena), toote pakendajad ja transportijad, toote kasutajad, toote taaskasutusvõimaluste loojad, toote arendajad, toote käitlejad kui see on muutunud jäätmeks, jne. Igale rühmale koostada küsimustik vastavalt rolli ülesannetele. Ettevalmistused klassis toimuvaks rollimänguks võib anda ka koduseks tööks ja rollimängu osaliste esitlused võivad olla kättesaadavad klassi kodulehe kaudu. Klassis saab iga rühm võimaluse oma rolli esitamiseks ning hindamiskomisjon (ettevõtte EL koostöö grupp) peab enne mängu välja töötama hindamisjuhendi – milliseid olulisi aspekte toote esitamisel EL fondile aluseks võtta ja milline otsus (esitada või mitte esitada) langetada. Kõikide rühmade ettekanded võivad anda ka olulisi soovitusi toote/toodete grupi parendamiseks, mida õpetaja saab rühmade töö hindamisel ja kokkuvõtte tegemisel arvestada. Väga teretulnud on tagasiside andmine nii iga rühma tööle kui ka rollimängule tervikuna. Hinnata nii sisulist põhjalikkust kui esitluse kvaliteeti ja esitajate panust. Veelgi annaks rollimängule kaalu kui seda saaks tulla kuulama/hindama külastatud ettevõtte töötaja, kes oleks juba professionaalne ekspert õpilaste tööd kommenteerima. **KOOSTÖÖ ETTEVÕTTEGA!**

**NÄIDISPROBLEEMÜLESANNE nr 3:** Vee karedus ja katlakivi (haakub kaugkütte soojuskandjale esitatavatele nõuetele, probleemi lahendamine praktilise ülesande põhjal).

**Rollimäng:** Õpilased jagatakse rühmadesse ja iga rühm saab loosiga ühe Eesti asula nime. Internetiotsingu abil leiavad õpilased selles asulas elanikkonnale pakutava joogivee kareduse. Iga asula joogivee kohta annab õpetaja õpilastele info, milline on seal Ca ja Mg sooladest põhjustatud kareduse vahekord, samuti lepitakse kokku, millised soolad moodustavad katlakivi. Saadud info põhjal leiavad õpilased mitu grammi katlakivi tekib 1 m3 vee keetmisel ja võrdlevad saadud tulemusi asulate vahel. Seejärel leiavad rühmad iga asula jaoks internetist mõned joogivee pehmendamise seadmed, mida saab elamusse veetorustikule paigaldada (vaja on kindlaks määrata korterelamu veetarve – nt õpilased uurivad kodudest veearvesti näite – kui palju joogivett kasutatakse korteris/eramajas/kortermajas).

Eesmärgiks on muuta kraanist tarbitav joogivesi vähemalt mõõdukalt pehmeks (vt linki <https://erikpuura.wordpress.com/2010/10/03/mida-igauks-voiks-teada-vee-karedusest/>).

*Mõisted:* vee karedus, katlakivi, kareduse mõõtühikud, vee pehmendamine ja joogivee pH.

*Taustainfo:* katlakivi tekkekohad koduses majapidamises, võimalused katlakivi eemaldamiseks.

***Praktiline töö*** katlakivi eemaldajate efektiivsuse testimiseks

Probleemülesandega saab seostada ka lihtsa katse: millise koguse katlakivi saab eemaldada soojuskandjalt erinevate katlakivieemaldajatega.

*Vajalikud vahendid*: katlakivi (kogutud boilerite puhastamisel), (kohvi)veski, kaal, kaalupaberid, mitmesugused katlakivi eemaldamise vahendid (nt söögiäädikas, sidrunhape, katlakivieemaldid kauplusest), keeduklaas, klaaspulk, indikaator happelise keskkonna määramiseks, universaalsed indikaatorpaberid pH määramiseks (või pH-meeter).

*Töö käik:* mõõta keeduklaasi 100 ml erinevaid teadaoleva koostisega katlakivi eemaldajaid (võib anda õpilastele ülesande neid lahuseid ise valmistada, nt sidrunhappe lahus, söögiäädika lahjendatud lahus). Mõõta pH paberi või pH-meetriga katlakivi eemaldi pH. Lisada lahusele indikaatorit, et visuaalselt näha, milline keskkond on keeduklaasis oleval lahusel. Seejärel puistada peenestatud ja eelnevalt kaalutud (nt 5 g, 2 ja 1 grammised kaalutised) katlakivi keeduklaasi, lahust pidevalt klaaspulgaga segades. Jälgida, mis toimub katlakiviga keeduklaasis! Katlakivi kaalutisi saab pidevalt juurde mõõta kuni lisatud kogus enam ei reageeri eemaldiga ja lahusesse lisatud indikaator muudab värvust. Lahuse pH-d saab mõõta uue indikaatorpaberiga või pH-meetriga. Erinevatele katlakivi eemalditele lisatud katlakivi hulkade võrdlemisel saab teha kindlaks, milline lahus eemaldab kõige rohkem (grammides) katlakivi. Katset saab viia läbi ka vastupidiselt: puistada kindel kogus (nt 10 grammi) peenestatud katlakivi keeduklaasi ja mõõdunõude abil lisada samasse keeduklaasi katlakivi eemaldit, alustades nt 100 ml lisamisest (eelnevalt läbi proovida ja leida sobivad katlakivi-eemaldi vahekorrad). Segada saadud segu klaaspulgaga kuni reaktsioon katlakivi ja eemaldi vahel on lõppenud. Seejärel lisada väiksemaid eemaldi koguseid, segades pärast iga lisamist. Õpilased ei ole vedelike ruumalade mõõtmisel erinevate mõõtmisanumatega võib-olla väga vilunud ja seetõttu ei saa soovitada sedapidi tööd, kui mõõtenõusid napib (mensuur, mõõtklaas, mõõtpipett, mahtpipett, automaatpipett, …) või õpilaste oskused ei ole piisavad. Väiksema koguse katlakivi reaktsiooniks võiks proovida ka eemaldi lisamist katlakivi vesisuspensioonile büretist indikaatori juuresolekul, aga see oleks juba tiitrimine, mis põhikoolis oleks võib-olla keemiahuvilistele jõukohane. Erinevate rühmade tulemusi saab omavahel võrrelda kui katlakivi eemaldajad olid erinevad ained või ka erineva toimeaine sisaldusega. Pärast katset võib rääkida katlakivi koostisest, katlakivi eemaldaja koostisest ja sellest, millised ained omavahel reageerisid. Kui on teada ainete valemid, saab kirjutada reaktsioonivõrrandid. Teades ostetud katlakivieemaldajate hindu, saab arvutada, millise abil saab sama koguse katlakivi eemaldada kõige odavamalt! Praktiline nõuanne igale õpilasele!

Vee kareduse ja selle määramise kohta saavad rühmad leida infot internetist, näiteks lehelt <http://www.bioexpert.ee/wp-content/uploads/2012/06/vee_karedus.pdf>

Seal toodud juhendi abil võivad keemiahuvilised õpilased leida vee kareduse tiitrimise teel näiteks kodust toodud joogivees (või mõnes gaseerimata ja maitsestamata pudelivees). Põhikooli programmis tiitrimist kindlasti ei ole, aga huvilistele õpilastele saab õpetaja juhendamisel seda hõlpsasti õpetada, sest kareduse määramisel on ekvivalentpunkt selgesti määratav.

Kui katlakivi eemaldamise ja vee kareduse kohta on õpilastel piisavalt infot ja kogemusi, võib tähelepanu juhtida õppe-ekskursioonil külastatud koostootmisjaama labori tööle, kelle ülesandeks on soojatootmisel ja transportimisel kasutatava vee (soojuskandja) kvaliteedi kontrollimine. Näiteks, kui koostootmisjaam varustab soojusega 10 km kaugusel asuvat linnaosa ja selleks on rajatud torustik, kus liigub rõhu all kõrge temperatuuriga kuum vesi, siis katlakivi teke võib olla suur probleem. Et koostootmisjaamas toodetud kuuma vee temperatuur torustikus ei langeks, on torud kaetud soojusisolatsiooniga. Miks peab torustikus voolama vesi, millel on väike karedus? Kuidas koostootmisjaamas vett pehmendatakse ja selle vee kvaliteeti kontrollitakse?

**NÄIDISPROBLEEMÜLESANNE nr 4:** Soojusenergia tootmine inimese kehas ja koostoomisjaamas.

Ülesande legend: Ats ja Aadu jõudsid külmal talvepäeval koolimajja ja märkasid juba garderoobis, et majas on jahedavõitu. Esimene tund oli keemia kabinetis ja sinna mindi jopedes, sest termomeeter klassiruumi seinal näitas kõigest +17 °C. Radiaatorid seinte ääres olid külmad Keemia tund möödus aktiivselt tegutsedes ja ennäe imet – ehkki radiaatorid klassis jäid külmaks, oli termomeeter kerkinud kolme kraadi võrra ja näitas nüüd +20 °C!

MIKS OLI HOMMIKUL KOOLIMAJAS KÜLM? MIKS KLASSIRUUM SOOJENES?

Poistel tekkis tahtmine välja uurida, kuidas toodab soojust keha ja kuidas toodetakse soojust koostootmisjaamas. Inimese kehas soojuse tootmiseks planeerisid nad katse, kuidas üks neist liigub koolist jalgsi McDonald’sisse (kasutades Google Mapsi juhiseid nutiseadmega, sammulugejat, kalorite arvestust, vm) ja teine läbib sama tee bussiga (tee bussipeatusse, bussipileti lunastamine, energia kulu bussis, …). Koolist McDonald’sisse minek on energia kulutamine. Energiat kulub ka keha temperatuuri säilitamiseks. Kuna poisid startisid koolist samal ajal, saavad nad võrrelda ka kohalejõudmiseks kulunud aega (sõltub bussigraafikust). Ostes McDonald’sist kumbki erineva eine koos joogiga, arvutavad nad kummagi einega saadud energiad. Kuidas muutub toidu ja joogi omastamisel ja seedimisel energia keha temperatuuri hoidmise ja liikumiseks kulutatavaks energiaks? Millised protsessid toimuvad kehas energia tootmisel? Millised keemilised ühendid osalevad energia tootmisel? Söögikohast tagasi kooli minekul kulutatakse jälle energiat. Arvestada toiduga saadud energia ja füüsilise tegevusega kulutatud energia hulgad! Seejärel mõtlesid poisid soojusenergia tootmisprotsessile koostootmisjaamas, kus hiljuti käidi õppe-ekskursioonil. Neid kahte soojatootmise protsessi tuleks võrrelda! Mis on ühist ja mille poolest erinevad?

Õpilased paarides koostavad mõistekaardi, mis kujutab soojusenergia saamist ja kulutamist kehas ja koostootmisjaamas. Mõistekaardi juurde tuleb õpilastel kirja panna jutuke, milliseid tegevusi ja protsesse soojusenergia tootmisel ja kasutamisel esineb – inimesel ja sooja tootmisel kütustest. Mõistekaardi koostamiseks kasutatakse papist sedeleid, mida saab koolilaual olevale aluspaberile paigutada, seostades sedeleid joontega, millele saab kirjutada toimuvate protsesside nimetusi ja seoseid. Kui kõik õpilased on mõistekaardid valmis saanud, võib neid tutvustada ja omavahel võrrelda. Mõistekaarti seletavad tekstid saab õpetaja koguda tagasiside andmiseks, kohapeal püütakse leida kõige ülevaatlikumaid ja huvitavamaid mõistekaarte. Kui mõne mõistekaardi juures jääb midagi arusaamatuks, peavad selle autorid oskama selgitada, mida on kujutatud. Mõistekaardid võib pildistada ja neid arutelu ajal arvutiprojektorist seinale näidata.

*Vajalikud vahendid:* papist sedelid kasutatavate mõistetega (või lasta õpilastel sedelid ise valmistada), kirjutusvahend, aluspaber mõistekaardi koostamiseks. Mõistekaarte saab kujundada ka otse arvutis kui õpilastel on selleks sobivad programmid kasutada ja oskused olemas. Kui arvutis tegemine fokuseerib tähelepanu vormistamisele ja mõistekaardi sisuline pool selle all kannatab, tuleks eelistada käsitsi valmistatud sedeleid ja skeemi aluspaberil.

**NÄIDISPROBLEEMÜLESANNE nr 5:** Ideekonkurss hoone soojuse ja elektriga varustamiseks.

**ROLLIMÄNG**: Elamu (aga võib olla ka mõni muu rajatis, nt seltsimaja, lasteaed, koolihoone, kauplus, tootmishoone) rajamine maapiirkonnas (hajaasustuse piirkond). Hoone/hoonete kompleksi soojus- ja elektrienergiaga varustamise **IDEEKONKURSS**.

LÄHTEÜLESANNE:

Olemasolevad või rajatavad elektri- ja soojatootmise ettevõtted piirkonnas. Võimsused ja kaugused.

Millist soojusenergia/elektrienergia varustust hoones/hoonete kompleksis võiks rakendada? (

Maja plaan (korruste arv, köetav ja elektrit tarvitav pindala, katuse konstruktsioon, kõrvalhooned, vm) ja geograafiline asukoht, planeeritavad küttekolded (milliste kütustega köetavad?) ja hoone elektrivajadus.

Esitada sooja- ja elektrivarustuse lahenduste kirjeldused, välja tuua plussid ja miinused, keskkonnahoiu aspektid (ressursikasutus, veekasutus, jäätmeteke).

Loosida või lasta õpilastel valida rühmad (3-5 õpilast rühmas, erinevaid lahendusvariante hoone elektri ja soojusega varustamiseks koostada vastavalt õpilaste arvule + KOMISJON – ideekonkursile esitatud erinevate energeetiliste lahenduste hindamine).

Mõned versioonid hoone varustamiseks elektri- ja soojusenergiaga

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Versioonid | Soojusenergia | Elektrienergia |
| 100% võrguelektrit kasutav hoone | Elektrienergia (radiaatorid, põrandaküte, kliimaseadmed, …) | Olemasolev võrk |
| Elektrivarustus võrgust, soojuse tootmine keskküttega | Milline kütuseliik valida keskkütteks? Õli, gaas (balloon või biogaasi jaamas toodetud?), hakkepuit, puidupelletid, … | Olemasolev võrk |
| Biolagunevate jäätmete baasil töötav koostootmisjaam (millist tooret jaamas kasutatakse?) | Biolagunevate jäätmete saamine farmist, tapamajast, kanalast, köögi- ja puuvilja käitlevast ettevõttest, linnade lahuskogutud biolagunevad jäätmed, reoveepuhasti setted, … |
| Tuuleenergia kasutamine | Pinnase reljeef, ilmastikuvaatluse andmed (tuule tugevus, tuulte roos) |
| Päikeseenergia kasutamine | Hoone asukohaplaan (katuse kalle ja suund või eraldi päikesepaneelide stendi rajamine), ilmastikuvaatluse andmed (õhutemperatuuri andmed, päeva pikkuse ja päikeseliste päevade keskmine arv aastas) |
| \*Madalenergia maja | Valida komponendid: tuuleenergia, päikesepaneelid, \*\*puuküte, ... |
| \*Roheline maja | Valida komponendid: tuuleenergia, päikesepaneelid, biolagunev kütus, … |
| \*Passiivmaja | Valida komponendid: tuuleenergia, päikesepaneelid, … |
| \*Nullenergiamaja | Valida komponendid: tuuleenergia, päikesepaneelid, … |

\*välja tuua nendele ehitistele väljatöötatud normatiivid ja lahendusvariandid!

\*\*puukütte hankimine piirkonnast (metsa vanus, puuliigid, hooldusraie, palgid/hakkepuit, veokaugus)

Iga rühm selgitab välja hoone energiavajaduse ja üldised nõuded sellise maja ehitamiseks. Võimalik läbi viia projektipäeva raames – MILLINE ON IDEAALNE TULEVIKUKODU MAAL? Kõik rühmad esitlevad oma lahendusi posteril või arvutiversioonis. Komisjon viib ennast ettevalmistusaja jooksul interneti põhiselt kurssi võimalike energeetiliste lahendustega ning võib ette valmistada ka oma versiooni hoone energialahendusest. Töötab välja kriteeriumid ideekonkursi tööde hindamiseks ning pärast rühmade tööde esitlemist kommenteerib pakutud lahendusi võrreldes nende tugevusi ja nõrkusi. Üldine diskussioon pärast kokkuvõtete tegemist võiks olla efektiivne. Väga tore oleks kui kokkuvõtete tegemisel osaleks energeetika asjatundja, kes saaks rühmade esitatud argumente kommenteerida ja nõustada.

**NÄIDISPROBLEEMÜLESANNE nr 6** – Kütuste kvaliteedinäitajate määramine ja võrdlemine.

***Praktiline töö:*** koostootmisjaam saab kasutada kütusena puiduhaket, saepuru, turvast, puidugraanuleid ja jäätmekütust ning korraldab parimate pakkumiste väljaselgitamiseks hanke. Hanketingimustes on mitmeid kütuse parameetreid, mida saab laboris määrata ja see ongi käesoleva probleemülesande eesmärk – uurida katsetamise teel kütuste sobivust koostootmisjaamale ning valida parimad pakkujad. Sõltuvalt koolis olevatest laborivahenditest saab lihtsate katsete abil määrata järgmisi kütuste parameetreid:

* Tihedus (selle parameetri abil saab hinnata transpordi maksumust)
* Niiskusesisaldus (selle parameetri kaudu hinnatakse kütuse sobivust jaamas kasutatavatele seadmetele)
* Kütteväärtus (hinnanguline, võrreldav samades tingimustes mõõtmiste korral).
* Tuhasus (selle parameetri kaudu saab hinnata koostootmisjaama jäätmeteket)

Koostootmisjaama tehnoloogia ja seadmed on projekteeritud selliselt, et kütuseid saab kasutada tingimusel, et kütuste niiskusesisaldus ei ole suurem kui 40% (miks on kütuse niiskusesisaldus oluline parameeter?). Erinevatel kütustel on ka erinev kütteväärtus, mis määrab koostootmisjaama võimsuse sõltuvalt kasutatava kütuse kogusest ja kütteväärtusest. Oluline parameeter koostootmisjaama töös on tekkiva tuha hulk. Selleks määratakse laboris kütuste tuhasisaldus (tuhasus) nende täielikul põletamisel. Koostootmisjaam soovib saada kokkuvõtlikku infot kütusepakkujatelt, et leida parimad kütuse tarnijad. Geograafiliselt saab kõigi kütuste tootjate asukoha põhjal (Google Maps, vm) leida optimaalsed transpordimarsruudid kui kütuste vajalikud tarnekogused on välja arvutatud (transpordivahendite maht ja lubatav tonnaaž). Laborisse on toodud hankes osaleda soovivate tootjate kütuseproovid (vastavalt võimalusele neid ise hankida või valmistada). Õpilased saavad katsetamise tulemusel määrata koolis olevate laboriseadmete abil kütuste parameetrid ja teha vajalikud arvutused. Katsetuste tulemused ja arvutused esitatakse koostootmisjaamale protokollina ning tehakse kindlaks kõige sobivamad kütused ja vajalikud kogused. Kui andmebaasi lisatakse kütusetootjate toomisvõimsused, siis võib osutuda vajalikuks erinevaid kütuseliike kombineerida, et koostootmisjaama vajalikku võimsust tagada.

Seda suuremahulist praktilist probleemülesannet saab läbi viia rühmades (igale rühmale ühe kütusetootja kütuseproov) ja formaadiks sobib hästi projektipäev. Planeeritakse katsetamine laboris (kui vajalikke katsevahendeid on piiratud koguses, saab katsetamist korraldada kordamööda ja mitmes vahetuses), infootsing tootjate kodulehtedelt, tulemuste esitamine diagrammidena ja protokollina, kütuseliikide tutvustamine kogu klassile (iga rühm tutvustab oma kütuseliiki). Kui laboris on katsevahendeid piisavalt, võib katseid läbi viia ka individuaalselt ja iga õpilane saab ühe kütuseliigi kohta määrata vajalikud parameetrid. Kui rühmas uurivad sama kütust mitu õpilast, võib tulemusi esitada kõikide mõõtmiste keskmistena. Paralleelmõõtmiste tegemist ühe kütuse jaoks tuleb võimaluse korral soovitada, sest mitme mõõtmise keskväärtus on usaldusväärsem tulemus võrreldes üksikmõõtmistega, samuti saab mitme mõõtmise puhul hinnata tulemuste hajumist. Praktilise töö läbiviimise ettevalmistuses ja kokkuvõtete tegemisel on vanemate klasside õpilaste rakendamine teretulnud – eriti kui nemad samu katseid on varasematel aastatel ise läbi teinud.

Vajalikud vahendid:

Kaal (kuni 200 g), kaalupaber või Petri tass või portselantiigel (100 ml), kuivatuskapp (105 °C), (kohvi)veski, põletuskamber (lame ümmarguse isoleeritud põhjaga madala servaga keraamiline kuumakindel plaat, ∅ mitte suurem kui vee soojendamise anuma põhjapindala), statiiv rõngaga või metallist alus, tikud, süütevedelik, siledapõhjaline, külgedelt termostateeritud vee soojendamise anum (~200 ml) koos termomeetriga (statiivil), metallist varras (segamiseks), pajakindad, veekindel marker, joonlaud (nooniusega), kalkulaator.

**Tiheduse määramine** massi ja ruumala mõõtmise kaudu. Puistes materjalide (jäätmekütus, saepuru, turvas) ruumala leidmiseks võib kasutada koonuse ruumala arvutamise valemit, pelletite puhul saab ruumala leidmiseks lähendada silindriga. Pelletite suuremale hulgale (nt 50 tk puistes) ja puiduhakkele tuleb leida mahukaal, sest transportimiseks seda ei peenestata ja seetõttu koguste mõõtmine toimub ruumala alusel.

**Niiskusesisalduse** määramiseks peenestada kütus veskis pulbriks ja kaaluda ca 20 - 50 g Petri tassile (või portselantiiglisse. Panna kütus alusele ühtlase kihina ja pärast kaalumist asetada kuivatuskappi, mis on reguleeritud 105 °C juurde. Hoida proove kuivatuskapis ca 2 tundi, seejärel tõsta kapist välja. Kaaluda pärast jahtumist toatemperatuurini. Kui kuivanud jääk on kaalutud, võib kuivanud kihti ettevaatlikult segada lusikaga ja asetada uuesti kuivatuskappi 105 °C juurde ca 30 minutiks. Seejärel jahutada proov jälle toatemperatuurini ja kaaluda uuesti. Kui kaalukadu teisel kuumutamisel ei olnud (mõlemate kaalumiste tulemused erinevad vähem kui 0,2 g), on proovi kuivkaal teada, mille järgi arvutatakse kuivatuskapis eraldunud niiskuse mass ja %. Kütused, mille niiskusesisaldus on suurem kui 40 % ei sobi koostootmisjaama seadmetes põletamiseks.

**Kütteväärtuse** leidmiseks tuleb kaaluda põletuskambrisse ca 20 g veskis peenestatud kütust ja panna tõmbekapis kokku katseseade. Kütuse süütamiseks põletuskambris võib kasutada tikke ja süütevedelikku. Kui kütus põleb, asetada kambri kohale termostateeritud anum veega, kuhu on eelnevalt kaalutud ca 200 g vett ja milles temperatuur on termomeetriga mõõdetud. Parema põlemise eesmärgil võib kütust termostaadi all ettevaatlikult metallist vardaga segada (et õhk paremini kütusele juurde pääseks). Pärast kütuse põlemist mõõta vee temperatuur ja leida, kui suur soojushulk kandus põlemisprotsessist veele. Millised soojuskaod on selle süsteemiga põletamisel? Mispärast ei ole vee soojenemise kaudu leitud soojushulk võrdne kütuse kütteväärtusega? Leida kirjandusest mõne teadaoleva kütuseliigi (nt pelletid) kütteväärtus ja arvutada süsteemi kasutegur – kui suur osa põlemisel vabanenud soojusest läks vee soojendamiseks? Sama kasuteguriga võib ümber arvutada kõikide leitud kütuste põletamisel vabanenud soojushulgad ja teades põletatud kütuse massi, saab arvutada kütuste kütteväärtuse.

**Tuhasuse** määramiseks tuleb pärast kütteväärtuse ligikaudset määramist teha veel üks kaalumine – nimelt tuleb pärast jahtumist kaaluda põletuskambrisse jäänud mittepõlev jääk ning arvutada selle osakaal %-des põletamiseks võetud kütuse massist. Kui põletamiseks võetud kütuse kaalutis on väga väike ja kütuse tuhasus madal, võiks teha eraldi kütuse põletamise katse mõnevõrra suurema kütuse kogusega ja kaaluda põletusjääk pärast kütuse täielikku põlemist. Selliselt määratud kütuse tuhasus on täpsem, sest põletatud kütuse mass on suurem, põlemine täielikum ja mittepõleva tuha mass samuti suurem. Võimaluse korral võib tuhasuse määramiseks kasutada ka põletusahju, mis on kütuste uurimise laborites tavapärane seade tuhasuse määramiseks.

Kütuste katsetamisel saadud tulemused tuleb kanda protokolli, seejärel võrrelda kütuseid omavahel, nii kvaliteedi (niiskusesisaldus, kütteväärtus), hinna, veokauguse ja transpordi maksumuse, jäätmetekke (tuhasus) kui ka kütuste pakkujate usaldusväärsuse ning tootmisvõimsuste põhjal, et langetada otsus selle kohta, milliseid kütuseid ja kui palju koostootmisjaamas (teades jaama võimsust, põletusseadmete ja sooja- ning elektritootmise kasutegureid) tuleb teatud perioodi jooksul osta.

**NÄIDISPROBLEEMÜLESANNE nr 7:** Pakendite ja toodete infoga tutvumine.

SURRAMURRA PAKENDITEGA!

Hankida sarnaseid tooteid, mis on pakendatud kilepakendisse (toiduained – juustud, jogurtid, kommid, kreemid, mahlad, leiva-saiatooted, muld-turvas, vm), panna igast tootest näidis markeerimata plasttopsi ja iga topsi juurde „rikutud“ toote infoleht. Pakendid puhastada (pesta, kuivatada).

Legend: pakkimistsehhi on toodud toodete partiid (näidised asuvad plasttopsides), kuid toodete infolehed on kahjustatud ja nendelt saab välja lugeda ainult mõningast infot. Pakkimistsehhi on toodud ka toodete pakendid, millel on tooteinfo olemas. Õpilased peavad leidma igale tootele õige pakendi. Toodete kohta tuleb täpsemat infot hankida tootjalt (sh ka toote pakendamisele-pakkematerjalile esitatavad nõuded), pakkematerjalide omaduste kohta tuleb küsida infot pakendite tootjalt. **KOOSTÖÖ ETTEVÕTETEGA!** Kui kõik tooted on leidnud õige pakendi, tuleks uurida toodete säilivusaegu ja pakendi omaduste vastavust sellele. Teha kindlaks, millised tooted vajavad pakkematerjaliks eriomadustega plaste!

Vajalikud vahendid: tooted plastpakendites, plasttopsid, plastlusikad, degusteerimistopsid (kui on plaanis läbi viia toodete degusteerimist), toodete infolehed (õpetajal), millest on tehtud „rikutud infolehed, plastpakendite omaduste leidmise võimalused (pakenditootjalt või internetist).

Ülesannet saab laiendada inimeseõpetuse kursusega kui valikus on mitmesugused toiduained ja nende pakendid – toidu kalorsuse määramine, toidulisandite sisalduse uurimine toodetes, toidusedeli koostamine, sarnaste toodete degusteerimine ja maitseomaduste hindamine, vms Suhkrumaksu kehtestamise valguses võib toiduaineid võrrelda nende suhkrusisalduse põhjal.

**NÄIDISPROBLEEMÜLESANNE nr 8:** Plastile maalimine.

Kõige väärtuslikum kingitus sõbrale on omavalmistatud kink! Plastitehas korraldab õpilastele töötube, kus vilunud spetside järelvalve all valmivad põnevad taiesed. Tahad aga ise oma nutikust ja oskusi proovile panna? Soovid kujundada sõbrale sünnipäevaks ägeda plastile maalitud kunstiteose, mille oled ise kujundanud, värvinud, raaminud,

INTERNETIOTSING: värvid plastile kandmiseks, milliseid erinevaid plaste kasutatakse värvide alla (võib võtta ka laiema profiili: erinevad aluspinnad – vastavalt võimalustele, ehituspoest, nende kohta info otsimine internetist, …). Värvide teema samuti. Trükkimine plastile? Teistele materjalidele?

***Praktiline töö:*** milline alusmaterjal/värvikombinatsioon annab parima tulemuse?

*Vajalikud vahendid:* erinevad kile, plasti (või mõne muu materjali) sordid toormaterjalina mõõtudes 7 × 15 cm; veekindel marker; puidust, papist, plastist või mõnest muust materjalist alus, millele saab katsetatavaid kilesid asetada (värvide kandmiseks, kuumutamiseks ja UV lambi alla panemiseks) mõõtudes 10 × 18 cm; erinevate värvide proovid (teha eelnevalt infootsing – milliseid värvide liike tasub katsetada); plasttopsid värvide segamiseks; puust segamispulgad; pintslid ja švammid värvide kandmiseks kilele; kuumutus/surve masin (sobib ka triikraud – triikraua talla rikkumise vältimiseks kasutada vahematerjali); UV lamp; külmik (sügavkülmik); plasti valguse läbilaskvuse mõõtur/värvide intensiivsuse mõõtur – nende puudumisel kasutada fotografeerimist (nutitelefon) ja visuaalseid vaatlusi.

*Töö käik:* kui internetiotsinguga (või ettevõttest) saadud info värviliikide sobivuse kohta on olemas, tuleb muretseda (osta poest või saavad ettevõtted annetada) vajalikud värvid ja proovikehad (kiled, plastid, vm). Teha valmis vajaliku suurusega proovikehad ning värvisegud. Proovikehad markeerida, värvisegud samuti! Kanda pintsli või švammiga värvikiht (kihi paksuse osas konsulteerida ettevõttega või otsida infot internetist – kindlasti on põnev katsetada erineva paksusega värvikihtidega!). Kui värvikiht on proovikehal kuivanud, tuleb läbi kaitsematerjali proovikeha töödelda kuumuse ja survega. Leida võimalused teha seda kõigi katsekehadega ühetaoliselt (kuumutamise temperatuur, aeg ja surve)! Pärast jahtumist uurida katsekehade valguse läbilaskvust või värvide intensiivsust, nende seadmete puudumisel pildistada. Seejärel viia läbi ühesugused protseduurid (kile jahutamine külmikus – temperatuur ja aeg; kile hoidmine UV lambi all – aeg). Pärast iga protseduuri uurida värvi kvaliteeti olemasolevate võimalustega ning teha järeldused – millist kilet ja millist värvi kasutada sõbrale kingituse valmistamiseks. Kui otsus on langetatud, võtta sobiva suurusega materjalitükk, segada vajalikud värvid ja valmistada sõbrale kunstiteos. Töödelda valmis joonist samuti triikrauaga, kinnitada tugevamale alusele ning soovi korral raamida (raami saab ise teha või osta fotopoest). Kui kõigil õpilastel on kingitused valmis tehtud, saab korraldada näituse, kutsuda lapsevanemad õpilaste töid vaatama. Kui omavalmistatud kunstiteose kinkimine sõbrale ei ole kavas, võib üritada korraldada heategevuslaada (nt kevadise ekskursiooni raha kogumiseks), oksjoni (õpilaste vanematele?), vm Kogu seda tegevust võib õpilastega planeerida ka mõne olulise sündmuse tähistamiseks (kingitus emadepäevaks, vabariigi 100.sünnipäevaks, …), võimalusi on!

**NÄIDISPROBLEEMÜLESANNE nr 9:** Õlle tootmise tehnoloogia.

Mõistekaardi koostamine õlle tootmise toorainete, protsesside ja protsessis tekkivad produktid ja jääkproduktid, jääkide kasutamine kasutamise kohta.

*Vajalikud vahendid:* sedelid õlle tootmises kasutatavate toorainete, protsesside ja jääkproduktide nimetustega, aluspaber mõistekaardi paigutamiseks lauale (nt formaat A2), harilik pliiats, kustukumm.

Iga rühm koostab ühe õlle tootmise kasutatava tooraine kohta lühikokkuvõtte ja ühe protsessi läbiviimise kohta seletuskirja. Õppe-ekskursioonil võiksid õpilased giidilt uurida, millised kõrvalekalded tehnoloogiast põhjustavad ebakvaliteetse õlle saamist iga protsessi juures. Kuidas protsessi toimumist õlletehases juhitakse? Milliseid probleeme esineb toorainete kvaliteediga?

*Toorainete iseloomustamine (linnased, humal, pärmiseened, vesi):*

Tooraine saamine, päritolu, taimede ja kultuuride sordid, ettevalmistus, iseloomustus, säilitamine, kvaliteet.

Kasutatava vee kvaliteet, millised vee parameetrid mõjutavad kõige enam õlle maitseomadusi, veetöötlus sobiva vee kvaliteedi saamiseks.

*Õlle tootmise protsesside iseloomustamine ja koostise kujunemine:*

Meski valmistamine;

Virde saamine ja humala lisamine virdele;

Kääritamisprotsess ja setitamine;

Alkoholivaba õlle tootmine;

Toodete pastöriseerimine, villimine (pakend, erinevad hoiutingimused).

*Õlle tootmise jääkproduktid:*

Õlleraba tekkimine, koostis, kogused ja kasutamine.

**NÄIDISPROBLEEMÜLESANNE nr 10:** Kemikaali sattumine keskkonda.

Maanteel sattus avariisse AS Normale kemikaali (nt kontsentreeritud väävelhapet) vedanud konteinerauto. Auto sõitis teelt kraavi ja läks kummuli. Ühes konteinerist voolas maanteekraavi ca 250 liitrit väävelhapet. Kuidas õnnetuskohale saabunud päästeameti kemikaaliohutuse meeskond peab tegutsema? Millist tehnikat tuleb kasutada? Kuhu liigub kuiva maanteekraavi sattunud väävelhape (pinnase koostis on teada, selle põhjal saab leida internetist pinnase läbilaskvuse). Kuhu liigub teatud vähese voolava veehulgaga maanteekraavi sattunud väävelhape? Mida peab päästeameti meeskond mõlemal juhul tegema? Millest sõltub päästeameti meeskonna töö tulemuslikkus? Millised tagajärjed on looduskeskkonnale mahavoolanud väävelhappest? Ohutusnõuded kemikaaliohutuse meeskonnale avarii tagajärgede likvideerimisel.

Avariilisse konteinerisse jäi küll alles tarnitavat väävelhapet, kuid see oli avarii käigus saastunud ning selle kasutamine Normas ei ole võimalik. Tootmise jätkamiseks tuleks kiiresti leida võimalused saamatajäänud väävelhappe hankimiseks. Kontsernil AUTOLIV on koostööleping mitme väävelhappe tarnijaga. Geograafiline ja logistiline ülesanne: millisest tarnekohast saab Norma kõige kiiremini vajaliku väävelhappe kohale toimetada (maanteetransport, laevatransport, raudteetransport). Tarnijate asukohad ja vahelaod, kust vajalikku kemikaali saab tellida on geograafiliselt määratletud, samuti traditsioonilised transporditeed.

Ülesannet saab koostada ka mõne teise kemikaali transportimise kohta. Võib konstrueerida ka ülesande, kuidas tarnitava kemikaali tähtajaline mittesaabumine põhjustab tootmise seiskumise (teadaolev laojääk, kemikaali ööpäevane kulu, kemikaali tarneaeg selle uuesti tellimisel pärast avariid) ja kuidas ettevõttes saab tööd ümber korraldada kuni vajaliku kemikaali saabumiseni.