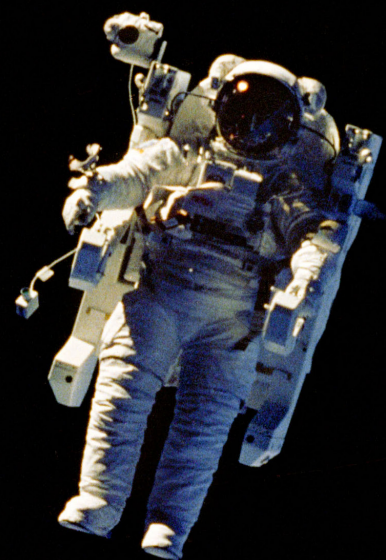




Elu kosmosejaamas

Tööraamat 4.-6. klassi õpilasele

kasutamiseks teadushuviringis või koolitunnis



TARTU ÜLIKOOL
tähetorn



Euroopa Liit
Euroopa
Regionaalarengu Fond



Eesti
tuleviku heaks

Sisukord

Esimene osa. Inimene ja kosmos	4
Teine osa. Taimed kosmoses	13
Kolmas osa. Jõulud kosmosejaamas	19
Neljas osa. Baasid teistel taevakehadel	23
Lisad. Kaardimängud	29

Kaane kujutis: Astronaut Robert L. Stewart mõned meetrid eemal kosmosesüstikust Challenger. 1984.
Kujutis: NASA/JSC.



Euroopa Liit
Euroopa
Regionaalarengu Fond



Eesti
tuleviku heaks

Õppematerjal on valminud Teeme+ projekti „Astronoomia- ja kosmoseteemalise huvihariduse tugikeskuse käivitamine“ raames. Projekti rahastab Euroopa Regionaalarengu Fond.
Tartu Ülikooli muuseum, 2020

Esimene osa. Inimene ja kosmos

Sihtrühm:

astronoomia- ja kosmoseringid, teadushuviringid laiemalt

Vanus:

1.–6. klass

Kestus:

teema tutvustus ja tegevused täidavad kaks-kolm kohtumist

Õpiväljundid:

- õpilane kirjeldab elamistingimusi kosmosejaamas,
- õpilane selgitab kosmosereiside ja kosmoses elamisega seotud eripärasid.

Seotud õppeained:

- matemaatika,
- loodusõpetus,
- inimeseõpetus.

Lühikokkuvõte

Teema tutvustab esmalt seda, millised tingimused ootavad inimest ees avakosmoses, seejärel räägitakse igapäevaelust kosmosejaamas ning viimase osana uuritakse, millistele tingimustele peavad vastama astronaudid ja kuidas neid õpetatakse.

Taustteave juhendajale

Esimene inimene jõudis kosmosesse 1961. aastal. See oli Nõukogude Liidu kosmonaut Juri Gagarin. Varem oli kosmosesse saadetud putukaid ja loomi. Avakosmosesse minek oli isegi suurem seiklus kui uute maade avastamine varauusajal, sest ka teisel pool maakera sai kindel olla raskusjõu, õhu ja vee olemasolus. Kosmoses on tingimused hoopis teistsugused.

Mikrogravitatsioon ehk nn kaaluta olek tekitab teadlastele peaaegu kõige rohkem muret. Mõned arstid arvasid, et inimese siseorganid vajavad raskusjõudu ja lakkavad kaaluta olekus töötamast. Teised muretsesid, kas suunataju puudumine (avakosmoses ei ole selliseid mõisteid nagu üleval, all, paremal ja vasakul) mõjutab ajutööd. Igal juhul arvati, et kiirendus ja kaaluta olek kurnavad keha. Katsed loomadega ja lendamine n-ö Kepleri trajektooriga (nn paraboolennud, mida tänapäevalgi kasutatakse astronautide treenimiseks) näitasid, et põhimõtteliselt peaks eluks vajalikud talitlused siiski kõik toimima ka vabas langemises.

Teadlaste teine mure oli suur raskusjõud õhukütõusmise ajal. See oli tekitanud osale pilootidele valu ja nägemise hägustumist. Eriti hull oli pärast pikemat vaba langemist. Selle uurimiseks oli Maa peal raketimootoriga kelk ja tsentrifuug. Tehtud katsetel esines inimestel valu rinnas, hingetuse tunnet ja mõned kaotasid ka teadvuse, kuid oli ka juhtumeid, kus väga lühikest aega suudeti kannatada väga suurt raskusjõudu.

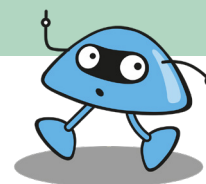
Loodi materjale, mis võiksid jagada raskusjõudu piloodi kehal võimalikult ühtlaselt, et ta taluks suuremat raskusjõudu. Katsetati ka kapsleid, mis kaitseksid raskusjõu eest, ka näiteks veega täidetud kapsleid või skafandreid. Töötati välja spetsiaalne tugev fiiberklaasist iste, mis oli tehtud konkreetse piloodi kehakuju järgi ja millel istudes suutsid piloodid välja kannatada ka suurema raskusjõu. Seda tehakse siiani. Kuna astronautid „kasvavad“ mikrogravitatsioonis mõne sentimeetri pikemaks, arvestatakse istme loomisel ka sellega.



Tsentrifuugi abil katsetasid astronautid, kuidas nad peavad vastu tugevale raskusjõule. Pildil astronaut Wally Schirra. Kujutis: NASA

Mis toimub inimesega kaaluta olekus?

- Maa raskusjõu puudumisel muutub silma kuju ja võib esineda nägemishäireid.
- Vedelik koguneb pähe ning see mõjutab lõhna- ja maitsmismeeli, astronaut võib kaotada söögiisu.
- Kaaluta olekus võib aju sattuda segadusse sellest, et ei ole enam mõisteid üleval-all. Need nähud kaovad umbes 48 tunni pärast.
- Kehavedelikud ja siseorganid kogunevad keha ülemisse osasse, vedelikud vahel pähe ja siseorganid kõrgemale rinnakorvi.
- Punased vererakud muudavad oma kuju ja organid ei mahuta neid enam nii palju. Keha ei tooda punaseid vererakke juurde ja tekib aneemia.
- Erakorraline olukord ja tihe graafik põhjustavad stressi, mis nõrgestab immuunsussüsteemi.
- Kaaluta olekus nõrgenevad lihased ja hõrenevad luud (1% kuu aja jooksul).
- Selgroog venib ja inimene kasvab pikemaks, aga see tekitab seljavalusid.



Järgmine probleem oli hapniku tagamine. Sellega oldi juba aastakümneid tegeletud seoses väga hõredas õhus lendamise ja allveelaevadega. Kosmoses oli vaja täiesti suletud õhupuhastussüsteemi. Ameeriklased ehitasid väikese kosmosekabiini, kus oli iste ja juhtimispuudid, süsihappegaas ja uriin korjati kokku, kabiini juhiti hapnikku ning uriinist ja õhuniiskusest destilleeriti joogikõlblikku vett. Lendur Donald F. Farrell veetis selles kabiinis seitse päeva täielikus isolatsioonis. Füüsiliselt ei juhtunud midagi huvitavat, aga psüühiliselt mõjus see laastavalt, lendur muutus vaenulikuks ning täitis oma ülesandeid kehvemini, mida aeg edasi läks. Tänapäevalgi treenitakse astronaute taluma isolatsiooni.

Avakosmoses ohustab inimesi ka kosmiline kiirus. Arste huvitas, kui palju on inimene võimeline välja kannatama enne, kui kahjustused on püsivad. Seda asuti katsetama kuumaõhupallidega, mis olid nüüd suuremad ja näisid Maal olevatele inimestele ufodena. Nende õhupallidega tehti mitmesuguseid katseid, viidi üles erinevaid elusolendeid, kõige huvitavam tulemus oli see, et mustadel laborihiirtel tekkis kiiresti palju halle karvu. Katseid tehti ka inimestega, nii veetis David Simons õhupallis 32 tundi, viis tundi sellest 30 785 meetri kõrgusel kinnises kapslis.

Vaatamata kõikidele katsetele ei olnud teadlased siiski väga kindlad selles, kui hästi peavad piloodid vastu nn kosmilisele kiirgusele. Arvati, et üldiselt orbiidil olles pole ehk hullu, aga Päikese suure aktiivsuse puhul võib kosmiline kiirus muutuda astronautidele ohtlikuks. Kosmosejaam üldiselt kaitseb astronaute suurema osa kiirguse eest. Probleemiks peetakse seda eriti Marsi missioonide puhul, mil astronautid viibivad kosmoses pikemalt kui praeguste Maa-lähedaste ja 1960. aastatel Kuu missioonide puhul.

Kosmosejaamad

Esimesed kosmoses käigud olid üsna lühikesed. Ka pikemad Kuu reisirid ei kestnud kokku üle kahe nädala. Pikemalt hakkas inimene kosmoses aega veetma alles siis, kui ehitati kosmosejaamad. Kosmosejaamu ehitasiid nii venelased kui ka ameeriklased. Kui Nõukogude Liit jõudis kosmosesse saata mitu kosmosejaama, siis oli ameeriklastel pikka aega vaid üks – Skylab. Pärast seda, kui kosmosevõidujooks polnud enam aktuaalne, hakati tegema koostööd. Nii valmis kosmosejaam Mir. Nüüdseks on see töö lõpetanud ja orbiidilt alla toodud. Mirile järgnes juba mitme kosmoseagentuuri ühisel pingutusel rahvusvaheline kosmosejaam, mis on ainuke koht, kus inimesed väljaspool Maad elavad ja töötavad.

Kuidas kulgeb elu kosmosejaamas?

Kuigi astronautidele on kaasa pandud meelelahutust pakkuvaid esemeid, siis väidetavalt suurema osa vabast ajast vaatavad astronautid aknast välja ja imetlevad vaadet.

Skylabis oli veega dušš. Vett dušši all käimiseks sai jaopärast, dušikabiin ehitati üles kangast. Jalgade jaoks olid kinnitused, et inimene pesu ajal minema ei lendaks. Vett juhiti ilmselt survega soojaveepudelist, mis oli kinnitatud vooliku ja dušipea külge. Pesemiseks kasutati vedelseepi. Rahvusvahelises kosmosejaamas sellist „luksust“ ei ole ja astronautid puhastavad ennast niiskete rätikudega. Kuna üldiselt väga mustaks ja higiseks suletud kosmosejaamas ei saa, siis pole see väga hull. Juukseid saab pesta kuivšampooniga, mida nüüd ka juba Maal kasutatakse. Hambaid aga pestakse ikka nii nagu Maalgi, lihtsalt vähema veega.

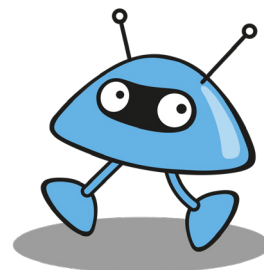


Meeskonnal on teatud hulk rõivaesemeid ja neid ei puhastata, vaid visatakse ära. Prügi probleem ei ole rahvusvahelises kosmosejaamas veel päris korralikku lahendust saanud. Väga palju mõeldakse sellele, kuidas esemeid ja astronaute endid kuidagi kaalutus olekus paigal hoida, näiteks kinnitused seintel ja talla all.

Astronautid harjuvad kaaluta olekuga üsna kiiresti ära. Magatakse seinale kinnitatud kapilaadses magamistoas magamiskoti sees. Magamistoad annavad ka natuke eraldatust muidu väikeses kosmosejaamas.

Rahvusvahelises kosmosejaamas teevad astronautid tööd. Astronautidel on tihe 12-tunnine tööpäev. Vaba aega on vaid paar tundi enne magamaminekut. Alguses ei teatud, kui palju tööd jaksab kosmoses teha ning taheti iga hetke ära kasutada, sest kosmoses töötamine on ju väga kallis. Kosmosejaama Skylab meeskonnad kurtsid samuti, et tööd on liiga palju. Edaspidi on seatud mõistlikumad päevakavad. Kuna töö on väga vastutusrikas, tasub anda pigem vähem ülesandeid, kui kurnata astronautid välja nii, et nad hakkavad vigu tegema.

Astronaut Charles Conrad Jr lõpetab trenni kosmosejaama Skylabi pardal. Kujutis: NASA





Astronaut Samantha Cristoforetti pakib kokku meditsiinilise katse tulemused Maale tagasi saatmiseks 2015. aastal. Kujutis: NASA

Millised on tööülesanded? Astronauudid teevad mikrogravitatsioonis bioloogilisi, meditsiinilisi ja materjaliteaduslikke katseid ehk uuritakse seda, kuidas inimesed, taimed ja materjalid mikrogravitatsioonis toimivad. Lisaks on vaja kosmosejaama korrastada ja hooldada ning töökorras hoida. Sealhulgas tuleb seda ka parandada ja täiendada nii sees kui ka väljas. Selleks tuleb skafandrid selga panna ja jaamast välja minna. Kuna liigutakse ettevaatlikult ja aeglaselt, võtab see pikalt aega.

Toitumine kosmoses on samuti läbi teinud suure arengu. Esimesed kosmosetoidud ei olnud maitsvad ega mõnusad süüa. Natuke aega pidasid kosmonauudid ja astronauudid vastu, kuid siis hakkasid nõudma paremat toitu. Tänapäeval on ametis eraldi kokad, kes astronautide toite välja mõtlevad. Siiski kehtivad toidule mõningad piirangud: võimalikult kerge (vesi eemaldatud), ei pudise, säilib kaua, valmistamiseks vaja lisada vaid külma või kuumat vett. Iga varustuslaevaga saadetakse ka pisut kergemini riknevat kaupa, nt natuke puuvilju.

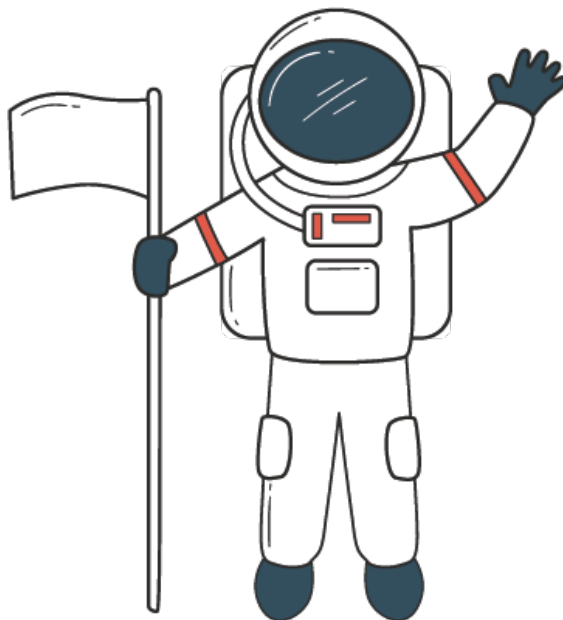
Mõni tund päevas kulub ka kohustuslikule trennile. Seda on vaja selleks, et lihased püsiksid töökorras, sest enamik tegevust ei paku neile koormust. Hantleid pole kosmosesse mõtet kaasa võtta, kasutatakse jooksu- ja venituslinte.



Shane Kimbrough, Thomas Pesquet ja Peggy Whitson rõõmustavad värskete puuviljade üle rahvusvahelise kosmosejaama pardal. Kujutis: NASA

Ülesanne 1. Mis juhtub inimesega kosmoses?

Kirjuta astronauti iga kehaosa juurde, kuidas avakosmos ja mikrogravitatsioon seda mõjutab.



Ülesanne 2. Söömine ja joomine kosmosejaamas

Võta kaasa hulk väikesi pakke erinevaid toiduaineid ning puu- ja juurvilju. Valikus võiks olla pähklid, rosinad, suuremad pudisevad küpsised, pakisupid, õun, apelsin, banaan, toores kartul, porgand, väiksed kommid, pakikastmed (kuhu on vaja lisada vaid kuuma vett), lahustuv kohv jne. Võib lasta õpilastel ka tuua (jagada nimekiri laste vahel ära).

Lase õpilastel väiksemates gruppides jagada toiduained nendeks, mida saab ja mida ei saa kosmoses süüa.

Arutlege põhjuste üle.

Ülesanne 3. Kosmosejaama ehitus

Ehitage oma kosmosejaam (või looge sellest 3D-mudel veebis). Kosmosejaama saate ehitada erinevatest käepärastest meisterdamisvahenditest. Mõelge, mitmele astronautile on jaam mõeldud ning millised ruumid seal peavad olema. Ärge unustage sellele nime anda.

Lisaks: arutlege, milliseid kosmosejaamu olete näinud multifilmides, sarjades ja filmides.

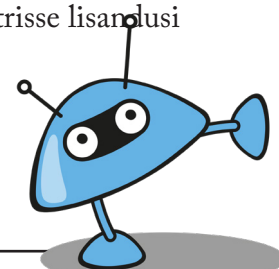
Ülesanne 2. Elu kosmosejaamas

Palu õpilastel koostada oma tavaline päevakava.

Lase õpilastel kirjutada, mis oleks erinev, kui nad peaksid seda tegema rahvusvahelises kosmosejaamas.

Vaadake NASA videoid, et saada paremat pilti, ja lase õpilastel teha kolmandasse lahtrisse lisandusi videotes nähtu põhjal.

Videod: <https://www.nasa.gov/audience/foreducators/stem-on-station/dayinthelife>



Hommik	Ärkan üles, pesen hambaid, söön putru, käin dušši all	Duši alla ei saa minna...

Kuidas saada astronautiks?

Euroopa Kosmoseagentuur

Euroopa Kosmoseagentuur kuulutab konkursse välja väga harva, viimane oli (2020. aasta seisuga) aastatel 2008–2009, tookord vastasid kõikidest kandidaatidest tingimustele üle 8000 ning nende hulgast valiti välja kuus uut astronauti, kes alustasid treeninguprogrammi.

Euroopa astronautiks saamiseks peaks sul olema:

1. Arsti-, täppis-, loodus- või tehnikateaduste haridus ning soovitavalt ka uurimistöö, teaduse rakenduse või õppetöö kogemus. Soovitavalt vähemalt magistrikraad, eelistatult doktorikraad.
2. Kasuks tulevad laialdased arvutioskused ja kokkupuuted lennundusega.
3. Väga hea tervis ja vastupidavus.
4. Head meeskonnatööoskused, enesekontroll, stressitaluvus, kiire reageerimisvõime, hea kohanemisvõime.
5. Head meediaoskused, inglise ja soovitavalt ka vene keele oskus.
6. Euroopa Kosmoseagentuuri liikmesriigi kodakondsus (Eesti on liige).

Ja edasi?

Euroopa astronautid läbivad aasta ja nelja kuu pikkuse esmase treeninguprogrammi Euroopa astronautide keskuses, mis asub Saksamaal Kölnis. Esmane treeninguprogramm sisaldab sissejuhatust tänapäeva kosmosetehnoloogiasse ja kosmoseteadusesse, õpitakse tundma kosmoseaparaatide tööpõhimõtteid ja kõiki süsteeme, aga ka kosmoses viibimise meditsiinilisi ja psühholoogilisi aspekte. Samuti sukeldumist ja vene keelt. Sellele järgneb detailsem treening, mis keskendub põhiliselt rahvusvahelisele kosmosejaamale.

Ameerika Ühendriikide kosmoseagentuur

NASA korraldab konkursse tihedamalt ja ühele kursusele saab rohkem inimesi. Esimesse gruppi valiti välja seitse astronauti (Mercury Seven), neil oli kõigil sõjaväeline taust ning nad olid lendurid. Viimases kandidaatide nimekirjas on ka arste, insenere, õpetajaid, teadlasi, kuigi endiselt on palju lendureid.

Selleks, et saada NASA astronauti kandidaadiks, peab vastama järgmistele tingimustele:

1. Tsiviilisik: bakalaureusekraad inseneriteaduses (tehnoloogia ja lennundus ei sobi), bioloogias, füüsikas, keemias või matemaatikas. Sellele peaks järgnema lennunduskoolitus ning lennupraktika ja/ või vähemalt kolmeaastane töökogemus oma erialal. Väga kasuks tuleb ka magistri- või doktorikraad.
2. 20/20 nägemist mõlemal silmal. Osa silmaoperatsioone on lubatud, aga selles peab olema möödunud aasta ilma, et oleks märgata uut nägemislangust.
3. Vererõhk mitte kõrgem kui 140/90.
4. Pikkus vahemikus 157–190 cm.
5. Ameerika Ühendriikide kodakondsus.

Ja edasi?

Avaldused vaadatakse läbi ja potentsiaalsed kandidaadid kutsutakse intervjuudele, meditsiinitestidele ning korraldatakse programmi tutvustavaid koolitusi. Kõikide astronautide tausta uuritakse põhjalikult.

Väljavalitud alustavad treeningut Texase osariigis Houstonis asuvas Lyndon B. Johnsoni kosmosekeskuses. Esmane treeninguperiood kestab kaks aastat, mis sisaldab näiteks sukeldumistreeningut, et harjutada tegevuseks kosmoselaevast väljas, erinevate kosmoselaevade süsteemidega tutvumist ja vene keele õpet. Kõikidest kandidaatidest valitakse astronautiks välja vaid paremad, kes saavad NASAse tööle ja kelle hulgast valitakse välja astronaute järgmiste missioonide jaoks. Need tsiviilisikud, kes on programmi läbi teinud ja valituks ei osutu, võivad saada ametikoha mõnes teises NASA osakonnas.

Ülesanne 1. Kas minust võiks saada astronaut?

Kirjuta lühike jutt sellest, kas tahaksid saada astronautiks või mitte, ja põhjenda mõlemal juhul, miks see on nii.

Mina tahaks saada astronautiks, sest

Mina ei tahaks saada astronautiks, sest ...

Lisaks

Võtke oma huviringi või klassiga osa Euroopa Kosmoseagentuuri Mission X tegevustest, mis ühendavad kehalise kasvatuse ülesanded loodus- ja täppisteaduse ülesannetega.

Teine osa. Taimed kosmoses

Sihtrühm

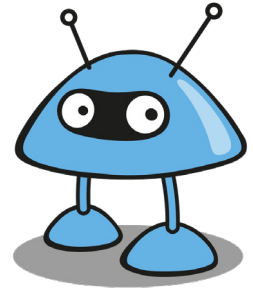
astronoomia- ja kosmoseringid,
teadushuviringid laiemalt

Õpiväljundid

- õpilane kirjeldab taimede kasvamiseks vajalikke tingimusi,
- õpilane selgitab kosmoses taimede kasvatamisega seotud eripärasid.

Vanus

1.–6. klass



Kestus

teemaga tutvumine ja tegevus täidavad umbes kaks kohtumist, taimede kasvatamise ülesanded nõuavad rohkem aega

Seotud õppeained

- matemaatika,
- loodusõpetus,
- inimeseõpetus.

Lühikokkuvõte

Teema tutvustab taimede kasvatamist Maal, kosmosejaamas, Kuul ja Marsil. Lisaks erinevatele tingimustele arutletakse ka taimede toiteainerikkuse ja kasulikkuse üle.



Salat kasvamas rahvusvahelise kosmosejaama pardal.
Kujutis: NASA/KSC

Taustteave juhendajale

Taimed Maal

Mida taimed kasvamiseks vajavad?

Õhk koosneb paljudest komponentidest. Kõige enam on seal lämmastikku, hapnikku on tegelikult ainult umbes 21%. Teisi gaase, nt süsihappegaasi, on alla 1%. Lisaks on õhus veeauru ja pisikesi tolmuosakesi. Ka taimed vajavad hapnikku, sest need toodavad hapnikust ja suhkrutest (glükoos) energiat. Ka taimed „hingavad“ välja süsihappegaasi ja veeauru.

Taimed ei suuda pikalt elada täielikus pimeduses. Valgust on taimedel vaja selleks, et toota neidsamu suhkruid, mida neil on hingamiseks vaja. Taimed kasutavad valgust selleks, et muuta süsinikdioksiidi ja vett suhkruks ning hapnikuks. Seda nimetatakse fotosünteesiks. Suhkruid kasutavad taimed selleks, et kasvada, õitseda ja kasvatada vilju. Taimed kasvavad valguse poole. Seda saab kodus akna peal olevate taimedega katsetada, pöörates neid ümber (kaktustega on see muidugi keeruline). Ilma valguseta kasvab taim kõigepealt kiiresti, et leida üles valgus (näiteks maha pandud seemnest). Kui taim valgust ei leia, kasvab ta nii kaua, kuni energia otsa saab.

Vett imavad taimed juurte kaudu ja kannavad selle laiali üle terve taime.

Taimed vajavad ka pinnases olevaid toitaineid, mida need saavad näiteks pisikestest seentest, bakteritest, väetisest ja isegi tillukestest putukatest. Pinnased erinevad koostise poolest. Näiteks hästi väetatud või ka tuhaga kaetud muld on toitainerikas, liivakõrb seevastu toitainevaene.

Üldiselt ei meeldi taimedele temperatuur alla null kraadi, sest nendes olev vesi külmub. Väga kuuma ilmaga „higistavad“ ka taimed liiga palju ja kaotavad veevarud. Nii on näiteks sooja kliimas elavatel taimed arenenud lehed okkakujuliseks – nii ei higista need nii palju.



Eesti (vasakul) ja Uus-Meremaa (paremal) taimed suvel. Autori fotod

Tegevus 1. Kas taimedel on vaja valgust?

Katse eesmärk on proovida, kas taimed saavad kasvada pimeduses.

1. Jaga lapsed rühmadeks olenevalt laste arvust (2–4).
2. Anna neile kaks potti, seemneid (salatkress kasvab kiiresti), mulda, pappkast ja joonlaud.
3. Lapsed istutavad seemned pottidesse ja nummerdavad need nii, et nr 1 potid lähevad pappkasti ja nr 2 pannakse aknalauale. Arutlege selle üle, miks nii toimitakse (kuidas teadlased teevad katseid).
4. Lase lastel oletada, mis juhtub taimega pimedas (hüpoteesi püstitamine).
5. Jätke potid 4–7 päevaks rahule. Salatkressi pole enamasti vaja kasta, kui muld on niiske.
6. Nädala pärast võtke potid välja ja leidke erinevusi. Valguse käes kasvanud kress peaks olema roheline. Pimedas kasvanud kress peaks olema aga pikem, kuid valgete varte ja kollaste lehtedega.

Tegevus 2. Millises pinnases kasvavad taimed kõige paremini?

Ülesande eesmärk on võrrelda, millises pinnases kasvavad taimed kõige paremini.

Kokku on vaja kaheksat läbipaistvat potti, 16 redise seemet, mulda, liiva, vatti, pabersalvrätte, toidukilet ja vedelat väetist.

1. Igasse potti peaks minema kaks seemet.
 2. Nummerda potid.
 3. Muld pannakse pottidesse 1 ja 2.
 4. Liiv pottidesse 3 ja 4.
 5. Vatt pottidesse 5 ja 6.
 6. Pabersalvrätid potti 7 ja 8.
 7. Vesi pottidesse 1, 3, 5 ja 7 (tulemus peaks olema pigem niiske kui märg).
 8. Lisa vedelat väetist pottidesse 2, 4, 6 ja 8.
 9. Kata potid toidukilega ja pane samadesse tingimustesse seisma. Analüüsige, miks teete katset selliselt – mitut tegurit muudate? Miks kaks seemet?
 10. Lase lastel ennustada, mis iga potis redisega juhtub.
 11. Nädala aja pärast võtke potid lahti. Mis on juhtunud?
- Kõige paremini peaks olema kasvanud redis vati sees, kuhu on lisatud väetist.



Ära unusta potte nummerdamast enne katset! Autori foto

Taimed kosmoses

Taimi kasvatatakse kosmoses mitmel põhjusel:

- **Toit.** Tänu pikkadele merereisidele sai inimkonnale selgeks, et menüü mõjutab tervist ehk kui merelolijad ei saanud pikalt C-vitamiini, tekkis neile skorbuut.
- **Hapnik.** Teame, et taimed töötlevad CO₂ hapnikuks ja seega aitavad need kaasa õhu vahetusele kosmosejaamas.
- **Teadus.** Teadlased uurivad, kuidas taimed mikrogravitatsioonis kasvavad.
- **Silmailu ja atmosfäär.** Taimed tekitavad hea ja koduse tunde.

Rahvusvahelises kosmosejaamas kasvatatakse taimi Veggie's (Vegetable Production System ehk köögivilja tootmise süsteem). See on tegelikult suurema kohvri suurune ja sinna mahub korraga kasvama umbes kuus taimet. Iga taim kasvab savi ja väetise segust padjakese sees. Need padjakesed juhivad ka õiges koguses vett juurteni. Lahtiselt katses moodustuksid veest ju mullid. Valgust saavad taimed spetsiaalselt seadistatud LED-lampidest, mis kiirgavad rohkem punast ja sinist valgust, ja seega näeb kasvuhoone välja lillakas. Veggie's on kasvatatud kolme sorti salatilehti, hiina kapsast, misuunat (jaapani lehtnaeris), lehtkapsast ja pruudisõlge. Selliseid Veggie'sid on rahvusvahelise kosmosejaama pardal kaks.

Peale Veggie on suurem Plant Habitat. Sellel on 5 cm ruumi juure jaoks ja 43 cm ruumi taime võrse jaoks. Pindala on natuke alla kahe ruutmeetri, juure osa on natuke laiem. See on täielikult kontrollitav, muuta võib valgust, temperatuuri ja ka keemilist tasakaalu (hapnik, CO₂). Selles on kasvatatud ka päevalilli.



Redised kasvamas Plant Habitatis. Selles saaks kasvatada taimi Kuul, teel Marsile ja kaugemalegi. Kujutis: NASA/KSC

Toidu kasvatamine on oluline selleks, et kavandada pikemaajalisi kosmosemissioone, näiteks Marsile. Marsi missioon kestab tõenäoliselt mitu aastat ja kui kõik toidud tuleks Maalt kaasa võtta, siis isegi kergem toitu oleks sellises koguses liigse kaaluga ja võtaks väga palju ruumi. Pealegi tüdinevad astronautid pakitoidust ära.

Lühematel kosmosereisidel ei olnud toiduvalik nii oluline, kuigi astronautid ja kosmonaudid kurtisid selle üle. Kuna tänapäeval viibivad astronautid kosmoses kuid või isegi aasta, pannakse toidule palju rõhku. Sealhulgas saadetakse rahvusvahelisse kosmosejaama pidevalt ka natuke värsket puu- ja juurvilja. Seemned on aga palju kergemad ja oleks hea, kui astronautid saaksid kosmoses ise toitu kasvatada.

Iga taim võiks toota nii palju toitu kui vähegi võimalik ja olla sealjuures vähenõudlik. Ideaalis peaks see ka kiiresti kasvama. Euroopa Kosmoseagentuuri arvates võiks kosmoses kasvatada sojauba, kartulit, basiilikut, nisujahu, tomatit, spinatit, peeti, sibulat, riisi ja spirulinat (söödav bakter).

Ameerika Ühendriikides Kennedy kosmosekeskuses katsetavad teadlased erinevate kasvukeskkondadega (pinnas, valgus, temperatuur). Mida vähem pinnast, seda parem, sest see võtab ruumi ja kaalub. Seega proovitakse taimi kasvatada näiteks vedelikusegudes või uduses keskkonnas (taimed saavad toitained kätte nii, et kinnisesse kasvukeskkonda piserdatakse vedelikusegu). Kosmoses tuleb lahendada olukord, kus vedelik koguneb klompidesse, ja seetõttu kasutataksegi savist padjakesi.

Marsi ja Kuu pinnast on praegu savi asemel keeruline kasutada, sest nende taevakehade pind koosneb vulkaanilisest tuhast ja kivipurust. Marsil on sellest kivipurust leitud ka inimesele mürgiseid aineid.

Teadlased kartsid, et taimed vajavad kasvamiseks raskusjõudu – miks nad muidu juured allapoole ajavad. Rahvusvahelises kosmosejaamas tehtud eksperimendi käigus said nad teada, et juured liiguvad toitainete järele ja käituvad mikrogravitatsioonis samamoodi nagu ka Maa peal.

Tegevus 1. Taimed Kuul

Faktid Kuu kohta:

- Kuu päev on 14 Maa ööpäeva ja Kuu öö on järgmised 14 Maa ööpäeva,
- Kuu poolustel on õige pisut jääd, voolavat vett pole,
- atmosfääri/õhku ei ole,
- temperatuur on -233°C ... $+123^{\circ}\text{C}$,
- pinnases on väga vähe toitaineid,
- raskusjõud on 1/6 Maa raskusjõust.

Kas Kuul saavad taimed kasvada? Miks?

Mida oleks vaja, et Kuu peal taimed kasvaksid?

Kommentaariid juhendajale

Taimed saavad kasvada mikrogravitatsioonis, kuid raskusjõud võib kasvamist siiski mõjutada. Kõigi taimedega pole veel katsetatud, eriti Kuul. Arvatakse, et väikese raskusjõuga taevakehal võivad taimed kasvada suuremaks.

Vett on väga keeruline hankida, pigem on see vaja kaasa tuua või kohapeal toota.

Taimedel võtaks pikalt aega, et kohaneda 28-päevase ööpäevaga.

Taimi peaks kaitsma otsese päikesevalguse eest, sest Kuul ei ole atmosfääri, mis kaitseks neid Päikeselt tuleva kahjuliku kiirguse eest.

Taimedele sobiv temperatuur on $+10^{\circ}\text{C}$... $+30^{\circ}\text{C}$.

Kuu pinnases ei ole eriti toitained ning selles võib sisalduda mürgiseid aineid, mis taimede kaudu võivad sattuda inimese organismi.

Kokkuvõttes saavad Kuul taimed kasvada ainult kasvuhoones.



Tegevus 1. Minu kosmose kasvuhoone

Mõned taimed sobivad kosmoses kasvatamiseks paremini kui teised. Parimatel taimedel on järgmised omadused:

- kasvavad kiiresti,
- annavad palju seemneid või vilju,
- maitsvad,
- toitvad,
- lihtsasti kasvatatavad,
- ei ole mürgised,
- ei ole okkaid,
- vähe taimest läheb raisku,
- nõuavad vähe vett,
- nõuavad vähe energiat (elekter, valgustus, hool).

Võrdle 10 taime ja vali välja kolm, mille võtaksid kosmosekasvuhoone jaoks kaasa. Mis neist kõige esimesena valmis saaks?

Tegevus 3. Kosmosekasvuhoone ehitamine

Materjalid: plastist salatikarp (soovitavalt juba kasutatud), kartong, karvane traat, lõng, vilt, kontuurpliiatsid vms käepärased materjalid, et valmistada värviline kosmosekasvuhoone.

Juba Skylabi kosmosejaama võeti kaasa erinevaid elusolendeid, kelle käitumist kosmoses uuriti. Katsetuste tulemusena näis, et elusolendid harjusid kaaluta olekuga päris kiiresti. Ühe katse, kuidas õnnestub ämblikel Arabellal ja Anital kaaluta olekus võrku kududa, pakkus välja keskkooliõpilane. Arabellal läks alguses aega, aga Anita, kes sai kaaluta olekuga natuke harjuda, punus kohe kauneid võrke.

Kujutis: NASA/MSFC





Kolmas osa. Jõulud kosmosejaamas

Sihtrühm

astronoomia- ja kosmoseringid, teadus-
huviringid laiemalt

Õpiväljundid

- õpilane kirjeldab elamistingimusi kosmosejaamas,
- õpilane selgitab kosmosereiside ja kosmoses elamisega seotud eripärasid.

Vanus

1.–6. klass

Kestus

selle teemaga võiks täita vähemalt kaks kuni kolm kohtumist, aga sobib ka ühe jõulueelse kohtumise tegevuseks

Seotud õppeained

- matemaatika,
- loodusõpetus,
- inimeseõpetus,
- kunstiõpetus,
- usundiõpetus.

Lühikokkuvõte

Tegevuse käigus tutvutakse sellega, kuidas on võimalik jõulusid kosmoses veeta: mida süüakse, juuakse, kuidas kosmosejaama varustatakse ja milliseid taimi kosmosejaamas kasvatatakse. Arutletakse ka tervisliku toitumise ja keskkonnasäästliku tarbimise ning eri rahvaste jõulutraditsioonide üle.



Kujutised: NASA/JSC



ISS014E10251

Taustteave juhendajale

Jõulud kosmosejaama ajaloos

Esimest korda veedeti jõule kosmoses orbiidil 1965. aastal rakettide Gemini 6 ja 7 pardal. Astronaut Thomas Stafford nägi polaarorbiidil satelliiti ning tegi nalja, et see on jõuluvana. Stafford ja Wally Schirra olid suutnud missioonile kaasa smuugeldada kellukesed ja suupilli, millega nad mängisid „Aisakelli“.

1968. aastal veetsid Apollo 8 astronautid jõulud Kuu missioonil. Nemad veel Kuul ei maandunud, kuid tegid sellele tiiru ümber. Jõuluõhtul 1968 lugesid astronautid Frank Borman, Jim Lovell ja Bill Anders piiblit, mis tekitas NASA-le probleeme, sest paljud pidasid seda liiga religioosseks ja teadusastutusele sobimatuks tegevuseks. Neile oli kaasa pandud päris jõulutoit ehk jõulukalkun ja kingitused. 1973. aastal veetsid jõulud kosmoses Ameerika Ühendriikide kosmosejaama Skylabi meeskonna astronautid Gerald Carr, William Pogue ja Edward Gibson.

Tänapäeval on jõulud kosmosejaamas püha, millest peetakse kinni. See on astronautidel üldiselt vaba päev, mida ei tule neil väga tihti ette. Kuna astronaute on eri kultuuridest ja religioonidest, võidakse jõulusid tähistada nii Gregoriuse kui ka Juliuse kalendri järgi (enamasti tähistatakse jõulusid kaks korda).

Mida süüakse? Rebitud kalkuniliha, kartuleid (vedelik eemaldatud) ja juurvilju (herned). Kosmonaudid tutvustavad Vene jõulukööki ja on võimalik saada mõnusat kartuliputru. Tegelikult saavad astronautid ise valida menüüst, mida nad tahavad süüa. Tavaliselt saadetakse jõuludeks lisaks šokolaadi, küpsiseid ja pähkleid. Pered saavad igale astronautile kokku panna ka jõulukingituse, mis saadetakse üles juba palju-palju varem, vahel isegi enne, kui astronautid ise jaama jõuavad. Ainuke asi, mida kindlasti pardal ei ole, on igasugused jõulunapsud. Mitte ainult ja otseselt tervislike eluviiside tõttu, aga ka selle pärast, et see süsteem, mis puhastab astronautidele vett jaama õhuniiskusest, uriinist ja higist, ei saaks alkoholi töötlemisega hakkama. Tavaliselt mängitakse pilli, vaadatakse filmi ja helistatakse kodustele.

Tänapäeval on kosmosejaamas olemas spetsiaalne süttimise vastu kaitstud kunstlik jõulupuu, mis on u 60 cm pikk, ning jõulukaunistused. Kuna kosmosejaamas on võrdlemisi palju panipaiku, on vahel neid üsna keeruline üles leida. Lisaks jõulutuledele vaadatakse aknast tulesäras Maad, mis on vahel isegi ilusam ja kindlasti haruldasem vaatepilt. Varem muidugi sellist luksust ei olnud ja näiteks Skylabi meeskond pidi ise endale jõulupuu meisterdama.



Skylabi jõulupuu. Kujutis: NASA/JSC

Eelhäälestus

Sissejuhatava arutelu käigus uuritakse jõuludega seotud traditsioone. Mida me seostame jõuludega?

- kingitused
- maiustused
- kuusk
- jõulukaunistused
- jõulukaardid

Aeg ja kalender: võimalikud küsimused ja tegevused

- Millal tähistatakse jõule? Miks just sel ajal?

Kristlike mõjudega Euroopas tähistatakse jõule 24.–26. detsembril. See on seotud kristlikus kirikus Jeesus Kristuse sünniga. Eri kultuurides ja peredes on traditsioonid erinevad.

- Kas keegi tähistab jõule n-ö vana kalendri järgi? Mida see tähendab?

Juliusse kalendri võttis kasutusele Rooma senaator Julius Caesar 46. aastal enne Kristust. Juliusse kalender kehtestati kogu Rooma impeeriumis ja nii levis see üle Euroopa. 1528. aastal läks osa Euroopa riike üle Gregoriuse kalendrile. Gregoriuse kalender on võrreldes troopilise aastaga natuke täpsem, kuigi õpetlased teadsid, et see on ebatäpne juba varem. Juliusse kalendris oli kolm tavalist aastat ja üks liigaasta (366 päeva) ja nii pidi olema aegade lõpuni. Gregoriuse kalendris ei ole iga neljas aasta liigaasta, vaid lisandub veel üks matemaatiline tehe: iga aasta, mis jaguneb nelja või neljasajaga on liigaasta, välja arvatud need, mis jagunevad sajaga. Juliusse kalendris oli liigaastaid liiga palju. Juliusse kalendri järgi tähistatakse jõule kreekakatoliku ja õigeusklike peredes.

- Jõulud juulis!?

Aastaajad tekivad seetõttu, et Maa telg on katuke kaldu ja seetõttu saab osa aega põhjapoolkera rohkem päikesevalgust (päike paistab siis ka kõrgemal) ja osa aega saab lõunapoolkera rohkem päikesevalgust. Kevadel ja sügisel jaotub päikesevalgus ühtlasemalt mõlema pooluse vahel. Seetõttu on jõulud lõunapoolkeral keset suve. Kuigi ka põhjapoolusel on naljatamisi räägitud jõulumeeleolu loomisest keset suve, tähistatakse n-ö juulijõule siiramalt lõunapoolkera riikides.



Jõulud kosmosejaamas 2019. aastal. Kujutis: NASA/JSC

Ülesanne 1. Jõulukingitus kosmosesse

Kingitusel peab olema etteantud kaal ja see peab mahtuma kindlatesse mõõtmetesse. Mida on mõtet kinkida? Kas kingituse peab alla tagasi tooma ja maksma kaks korda selle transpordi eest?

Vahendid: digitaalsed köögikaalud, joonlauad, võimaluse korral internet, maiustusi ja esemeid, mis võiksid sobida kingituseks (sokid, DVDd, raamatud, lauamängud). Esemete kaalu saab otsida ka e-poodidest.

Ülesanne: pane oma sõbrale või pereliikmele kokku kingipakk, mille mõõtmed ei tohi ületada keskmist kingakarpi ja kaal 1 kg.

Tasub mõelda ka küsimuse peale, kas sama asja on võimalik saata ka digitaalsena.

Seosed päris eluga: tänapäeval reisime tihti käsipagasiga, millel on kaalupiirang (5–10 kg). Ka koolikotile on seatud raskuspiiranguid. Mõlemal juhul tasub mõelda ka sellele, kui palju kaalub kott ise.

Ülesanne 2. Söömine kosmoses II: jõulueri

Võta kaasa erinevaid toiduaineid, mida seostame jõuludega (pähklid, rosinad, õunad, mandariinid, suuremad ja väiksemad piparkoogid jne). Lapsed jagavad toidud esiti kahte rühma selle järgi, mis nende arvates sobib kosmosesse ja mis mitte. Seejärel asuvad nad oma valikuid põhjendama ning toimub ühine arutelu.

Kas oleks mõistlik süüa suurt piparkooki? Ei, sest see pudiseb. Samas võib teha väikeseid piparkooke, mis kohe suhu mahuvad. Neid võiks küll süüa. Kui selleks on tingimused ja võimalus, võib kaasa võtta suuremaid ringikujulisi ja raketikujulisi piparkooke, neid koos lastega kaunistada ning üheskoos ära süüa.

Lisaarutelu küsimused

- Millised on erinevate rahvaste jõulutoidud? Rahvusvahelises kosmosejaamas on koos eri rahvad. Eestis näiteks süüakse pigem sealihaga kui kalkunit. Millised on pere jõulutoidude traditsioonid?
- Jõulud ja liigsöömine. Kas kosmoses on mõistlik liiga palju süüa?

Ülesanne 3. Kas kosmosejaama pardale saab viia päris kuuse?

Millised taimed kosmosejaamas kasvavad? Kosmosesse on saadetud erinevate taimede seemneid.

Praegu kasvatatakse rahvusvahelise kosmosejaama pardal mitmesuguseid taimi kastikujulistest kasvuhoonetes, mis kasutavad vähe elektrit. Hiina kosmoseagentuur püüab kasvatada seemnetest taimi ka Kuu tagumisel küljel.

Aruteluküsimused

- Milline on kosmosejaama jõulupuu, mis tingimustele see peab vastama?
- Millisest materjalist peaksid olema jõulukaunistused? Kuidas need peaksid olema kuuse külge kinnitatud?
- Mida peaks veel arvestama? Kuusk peab kuskile kinnitatud olema, sest muidu lendab see niisama ringi.

Jõulukaunistused rahvusvahelisel kosmosejaamas.
Kujutis: NASA/JSC



Neljas osa. Baasid teistel taevakehadel

Sihtrühm

astronoomia- ja kosmoseringid, teadushuviringid laiemalt

Õpiväljundid

- õpilane kirjeldab elamistingimusi Kuul ja Marsil,
- õpilane selgitab kosmosereiside ja kosmoses elamisega seotud eripärasid.

Vanus

1.–6. klass

Kestus

olenevalt sellest, mitu tegevust plaanite, võib selle teema ja ülesannetega täita ka viis-kuus kohtumist

Seotud õppeained

- matemaatika,
- loodusõpetus,
- inimeseõpetus,
- robotika.

Lühikokkuvõte

Teema annab lühikese ülevaate Kuu ja Marsi koloniseerimise motiividest ning robotite kasutamisest kosmoses. Tegevused võimaldavad panna tööle laste fantaasiad baaside ehitamisel ning inseneri- ja programmeerimisoskused kulgurite ehitamisel ja programmeerimisel.

Taustteave juhendajale

Inimesed on liikunud mööda maakera, otsides uusi elupaiku esmalt seetõttu, et see on ellujäämiseks vajalik, aga natuke ka uudishimust. Inimene on proovinud jõuda kõige sügavamale mere põhja ja kõigi kõrgemate mägede otsa. 60 aastat tagasi maandusime esimest korda Kuule. Tehtud?

Miks aga ikkagi minna tagasi Kuule? Sealne elu ei sobi üldse inimesele. Päeval on seal liiga palav ja öösel liiga külm, sest Kuul peaaegu ei ole atmosfääri, mis hoiaks temperatuuri paraja. Seal pole õhku, mida saaksime hingata, ega taimedele ja inimestele vajalikku voolavat vett. Siiski on teadlased pakkunud välja mitmeid põhjuseid, miks peaksime Kuule tagasi minema ja sinna lausa baasi looma.

- 1) Kuna Kuu raskusjõud on väiksem, siis on vaja vähem kütust, et startida kaugematele taevakehadele.
- 2) Väiksema raskusjõu tõttu saab mingisuguseid asju valmistada kiiremini ja nii hoida energiat kokku.
- 3) Kuu pinnal leiduvad kivimid ja mineraalid, millest saaks esemeid valmistada, ja sellega hoida kokku materjale Maal.

Euroopa Kosmoseagentuur uurib võimalusi, kuidas luua hapnikku Kuu pinnasest (Kuu tolmust). Esmalt proovitakse kividega, mis on loodud Maal, ent on sarnase keemilise koostisega. Tegelikult sisaldab Kuu tolmu päris palju hapnikku, kuid seda pole seal lihtne kätte saada. Lisaks sellele, et inimesed vajavad hapnikku, saab seda kasutada ka raketikütuseks. Nüüdseks on teadlastel õnnestunud Kuu tolmust saada kätte kuni 95% hapnikust ning üle jäävat metallisulamit saab kindlasti ka kuidagi kasulikult ära kasutada. Osa teadlasi arvab, et nii hingamiseks vajalikku kui ka raketikütuseks sobivat hapnikku saaks toota ka sügavates ja pimedates Kuu kraatrites olevast veejäät. Sellest saaks sulatada ka inimesele nii vajalikku vett.

Vahepeal loobusid kosmoseagentuurid Kuul maandumise mõttest ning plaanisid pigem kohe minna edasi Marsile, kus inimene varem käinud ei ole. Ka sealne elu ei sobi inimesele. Marsil on küll atmosfäär, ent see on hõre ja selle koostis ei sobi inimesele hingamiseks, ka seal pole voolavat vett ning inimest ohustab enam ka kosmiline kiirgus. Marsil on sama moodi külm ning pinnases on mürgiseid ühendeid. Marsi ööpäev on aga sarnane Maa ööpäeva pikkusega ning Marsi telg on umbes sama viltu, kui on Maa telg. Marsi aasta kestab küll peaaegu kaks Maa aastat.

Marsi koloniseerimise põhjused on samad, mis Kuu puhul. Kuna Marss on mitmekesisem ja suurem kui Kuu, sobiks sinna potentsiaalselt ka paremini pikemaks ajaks või isegi alaline asula rajada. See võib muutuda väga oluliseks, kui elamistingimused Maal muutuvad kehvemaks ülerahvastatuse ja kliimakatastroofi tõttu.

Kuigi teadlased ja ulmekirjanikud unistavad Marsi võimalikust Maa-laadseks muutmisest (taimede kasvatamine, mille abil võiks tekkida ka hapnikurikkam õhk), võib see olla erinevatel põhjustel (magnetvälja puudumine, väiksem raskusjõud) keeruline või lausa võimatu. Seega saab inimeste elu olla võimalik peamiselt ainult kinnistes baasides ja ringi liikumine ainult skafandrites ja kinnistes kulgurites.

Ülesanne 1. Tingimused Kuul ja Marsil.

Otsi raamatutest või internetist teavet tingimuste kohta Kuul ja Marsil võrreldes Maaga.

	Maa	Kuu	Marss
Ööpäeva pikkus			
Aasta pikkus			
Pinnatemperatuur			
Pindala			
Atmosfäär (koostis)			
Gravitatsioon (protsenti Maa raskusjõust)			
Reisi pikkus	Oleme kohal		

Ülesanne 2. Mida kosmosesse kaasa võtta?

Anna väiksemale grupile kaardipakk.

Õpilased valivad kaardid nende asjadega, mis oleks vaja kosmosesse kaasa võtta.

Kaardi pöördelt saab kontrollida, kas tehti õige valik.

Ülesanne 3. Disaini oma Kuu või Marsi baas kas käepärastest meisterdamisvahenditest või 3D kujundusprogrammiga.

Osale oma rühma või klassiga ka Euroopa Kosmoseagentuuri MoonCampi võistlusel. Vt lähemalt:

https://www.esa.int/Education/Moon_Camp

Ülesanne 4. Pallimängud Kuul

1971. aastal smuugeldas astronaut Allan B. Shepard Kuule kaasa golfikepi ja golfipalli. Arutlege rühmas, kuidas näeks välja jalgpalli, korvpalli vms pallimängu mängimine Kuul. Millega arvestada?

Kas oskate Kuu jaoks välja mõelda spordimängu, mis arvestab sealsete tingimustega, aga ka praeguste väga kohmakate ja raskete skafandritega?



Väga kehva kvaliteediga telekapilt golfi mängimisest Kuul. Kujutis: NASA/JSC

Robotid kosmoses

Mis on robotika?

Robotika tegeleb robotite disaini, ehituse, juhtimise ja kasutamisega. Robotid on inimese loodud masinad, mis asendavad või kopeerivad seni inimeste ülesandeks olnud tegevust. Kuna inimest on kosmosesse saata kallis ja ohtlik, kasutatakse roboteid ulatuslikult just kosmose uurimisel.

Sõna „robot“ võttis esimesena kasutusele Tšehhi kirjanik Karel Čapek oma näidendis „Rossumi universaalsed robotid“ (1920). Ulmekirjanduses kirjutas robotid kuulsaks Isaac Asimov, kelle raamatutest pärinevad ka kolm robotika põhireeglit, mille võtsid üle ka paljud teised ulmekirjanikud ja ulmefilmide stsenaristid.

Esimene seadus: robot ei tohi oma tegevuse ega tegevusetusega inimesele kahju teha.

Teine seadus: robot peab alluma inimese käsule, kui see ei lähe vastuollu esimese seadusega.

Kolmas seadus: robot peab kaitsma oma olemasolu, kuni see ei ole vastuolus esimese või teise seadusega.

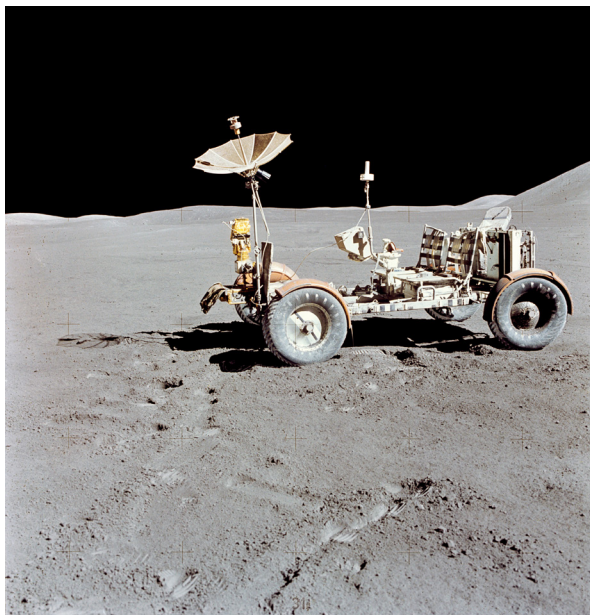
Hiljem lisandus ka **nullseadus:** robot ei tohi oma tegevuse või tegevusetusega inimkonnale kahju teha.

Robotid ja kosmos

Juba esimesed raketid olid osaliselt Maa pealt juhitud, kuid neid ei loeta kitsamas mõistes robotite alla, nagu ka satelliite, kuid laiemas mõttes on keerulisemad satelliidid kindlasti käsitletavad ka robotitena (näiteks Hubble'i kosmoseteleskoop, Cassini, Juno, Rosetta, Voyager, New Horizons jne).

Rahvusvahelise kosmosejaama küljes on Canadarm 2 (Mobile Servicing System) ehk robotkäsi. Selle otsa on ühendatud Dextre, millel on kaks kätt ja mis saab näiteks vahetada patareisid ning asendada mitmesuguseid kosmosejaama välimisi osi. Samuti töötab rahvusvahelises kosmosejaamas Robonaut 2, mis saab hakkama lihtsamate toimingutega, näiteks mõningate teaduskatsetega.

Enamasti peetakse robotite all kosmoses silmas Maa pealt juhitud kulgureid. Kui Ameerika Ühendriigid viisid Kuule astronautid ja kuukulgurid, millesse sai sisse istuda, siis Nõukogude Liidu kulgurid olid kõik Maa pealt juhitud. Marsil töötab praegu samuti ainult Maa pealt juhitud kulgur Curiosity (teised on tegevuse lõpetanud).



Kuukulgur, 1971. Kujutis: NASA/JSC

Marsikulgur

Kuidas juhitakse marsikulgurit?

Esimese sammuna planeeritakse kulguri edasine teekond, kasutades viimaseid fotosid, mis kulgur on Maale saatnud, ja virtuaalreaalsust.

Proovime ise järele, näiteks <https://accessmars.withgoogle.com/>.

Kui nutiseadmes on sobilik Google Cardboardi äpp, siis on veel võimalus kasutada näiteks äppi Mars VR ja mitut teist sarnast.

Paraku on Marss nii kaugel, et raadiosignaali saatmisel tekib paarikümneminutine viivitus. Selle ajaga jõuab juhtuda päris palju. Marsikulguri juhid kasutavad infot, mida neile annavad nii kohalike olude kui ka kulguri enda kohta suur hulk teadlasi ja insenere, ning selle põhjal programmeerivad nad kulguri võimaliku teekonna Marsi öö ajal, kui kulgur „magab“, ja hommikuks saab kulgur oma uued käsud kätte.

Võimalik eelülesanne: erinevad ülekandetüübid.

Loo Lego klotside komplektides olevatest eri suurusega ratastest, kummidest ja kettidest ülekandetüüpe: hammasratasülekanded, rihmülekanded, tiguülekanded jne. Arutlege, milline ratas kui kiiresti liigub.

Ülesanne 1. Ehita Lego klotsidest marsikulgur.

WeDo loodud ülesannete hulgas on juba mitmeid kosmosega seotud projekte, millel on ka animeeritud tutvustused. Samas on võimalik lasta õpilastel ka ise klotsidega originaalseid kulgurilahendusi luua.

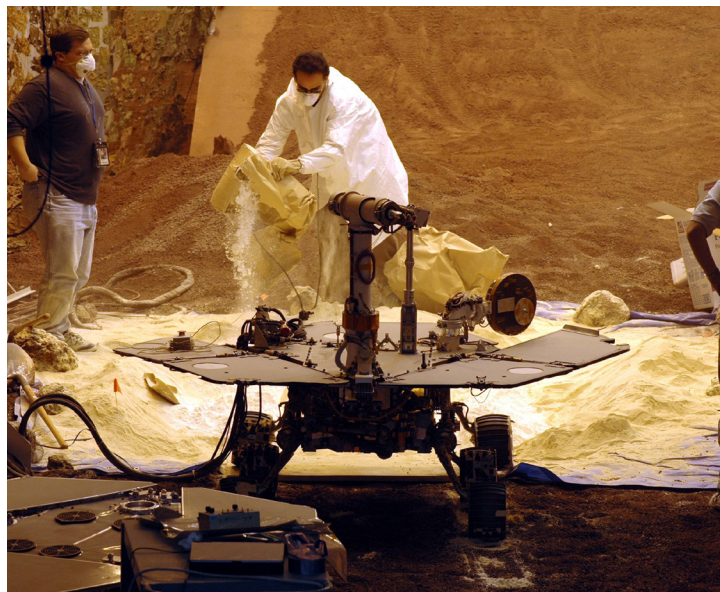
Ülesanne 2. Programmeerime kulgurile teekonna ja vaatame, kuidas see seal sõidab.

Marsi pind ei ole pörand, see on tolmune ja liivane, seal on suuremaid ja väiksemaid kive, mägesid ja kuristikke. Vaatamata põhjalikule ettevalmistusele juhitakse kulgur Curiosityd siiski n-ö pimedalt. Seega on vaja, et kulguril oleksid küljes andurid ning sisse programmeeritud mingisugused käsud. Näiteks „Jää seisma, kui sein ette tuleb“ või „Jää seisma, kui pinna kalle on alates 20 kraadi“. Enam-vähem nii saab programmeerida ka WeDo roboteid ja kulgureid.

Ehitage oma kulguritele takistusrada ja programmeerige see takistuste ees peatuma või pöörama.



Marsikulgur uurib Marsi pinda. Kujutis: NASA/JPL



Marsikulguri katsetamine Maa peal. Kujutis: NASA/JPL

Ülesanne 3. Kuidas ehitada kulgurit, mis sõidaks hästi mäest üles?

Kulgur Curiosity näiteks ei saa hakkama pinnal, mille tõus või langus on üle 30 kraadi. Kas saate ehitada Lego kulguri, mis liigub mööda kaldpinda üles?

Ülesanne 4. Lihtsamad käsitsi tehtud robotid

Kui ei ole WeDo komplekte (või tahan anda lastele neist puhkuse), siis on võimalik ehitada kulgureid ka käepärastest vahenditest ning mõnedest võrdlemisi soodsatest juppidest, mida saab elektroonika-poest:

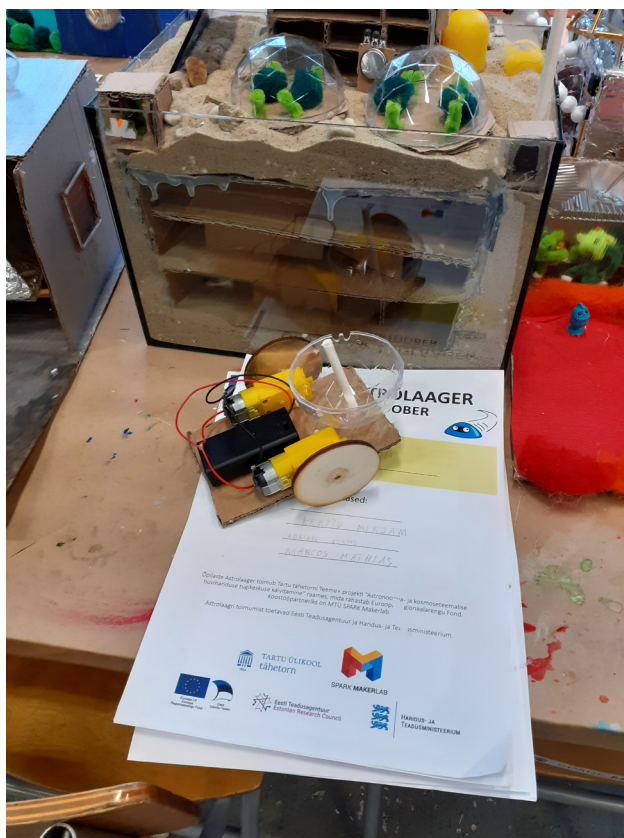
Vaja on:

- lihtsat mikromootorit,
- juhtmetega patareipesa või päikesepatareid,
- juhket,
- soovi korral lüliti,
- meisterdamisvahendeid (kahepoolne teip, liim, papp, karbid, ratasteks papp või pudelikorgid, grillitikud, kumm ülekandekaks jne).

Loo lihtne vooluring ja katseta, kas mootor hakkab tööle (vt nt <http://vooluring.weebly.com/>).

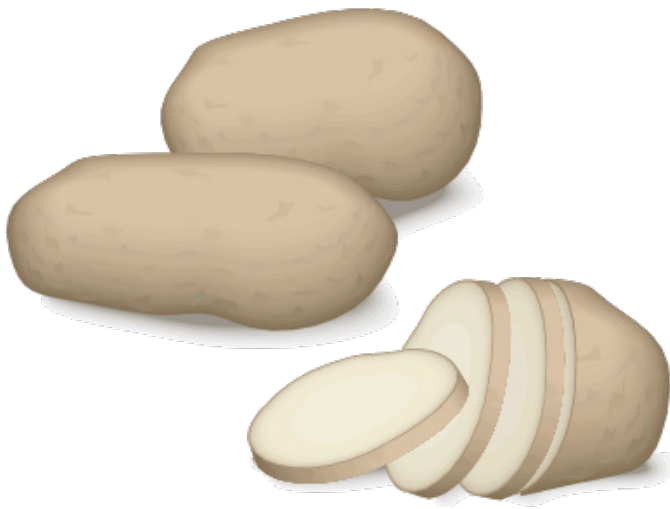
Kavanda oma kulgur.

Mõtle, kuhu asetada mootor ja kuidas see ühendada ratastega, et need töötaksid.



Lisad. Kaardimängud

Kaarditoorikud kahe mängu jaoks: mida kosmosesse kaasa võtta ja taimed kosmoses.



Kartul

Annab palju energiat.
Sisaldab C-vitamiini (hea külmetuse ja stressi vastu ning tervislik nahale).
Idaneb kaks-kolm nädalat.
Saaki annab u 3 kg/m².
Kasvab 10–12 nädalat.

Kartul kosmoses: viis väikest kartulit kasvatati aastal 1995 kosmosesüstiku Columbia pardal.



Peet

Sisaldab rauda (aitab liigutada hapnikku veres). Kui hapnik ei liigu hästi, tunneme end väsinult.
Sisaldab kaltsiumi ja A-vitamiini (aitab hoida luud tugevad ja terved).
Idaneb 15–21 päeva.
Saaki annab 1,5 kg/m².
Kasvab 13–15 nädalat.

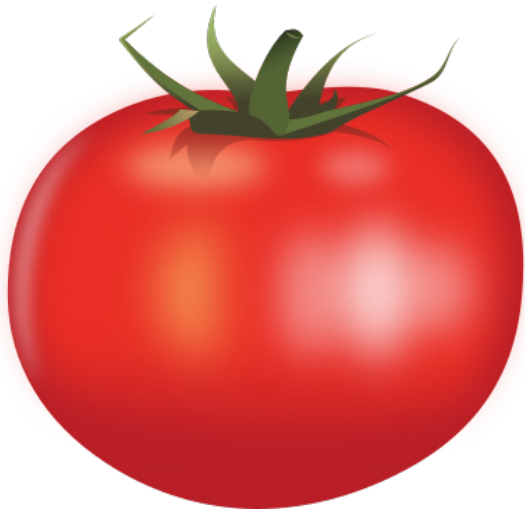
Peet kosmoses: Euroopa Kosmoseagentuur peab peeti üheks kõige olulisemaks juurviljaks, mida kosmoses tulevikus kasvatada.



Nisu

Sisaldab palju süsivesikuid.
Nisust jahvatatakse jahu.
Sellest saab teha saia, müsli, putru ja küpsiseid.
Kasvab pea igal pool Maal.
Idaneb kuni kaks päeva.
Kasvab 4–8 kuud.
Idaneb temperatuuril +4...+37 °C.

Nisu kosmoses: nisuteri on kosmosereisi ajal hea ja mugav hoiustada.



Tomat

Magus, hea maitse.

Sisaldab 95% vett.

Sisaldab lükopeeni, mis võib aidata vähi ja südamehaiguste vastu.

Kõik osad peale tomati vilja on mürgised.

Kasvab temperatuuril +21...+24 °C.

Idaneb 7–16 päeva.

Kasvab 10–16 nädalat.

Tomat kosmoses: NASA katsetas üsna varakult tomati seemnest kasvatamist kosmoses ja see õnnestus.



Petersell

Seedimisele hea.

Sisaldab kolm korda rohkem C-vitamiini kui apelsin.

Sisaldab kaks korda rohkem rauda kui spinat.

Maitsetaim.

Annab hea hingeõhu.

Kasvab kõige paremini 22–30 °C kraadi juures.

Idaneb 4–6 nädalat.

Kasvab 10 nädalat.

Petersell kosmoses: petersell oli üks esimesi taimi, mida kosmoses kasvatati. Kosmonaut Valeri Rjumin kasvatas peterselli Saluut 6 kosmosejaamas.



Kapsas

Kapsas on üks vanemaid aedvilju.

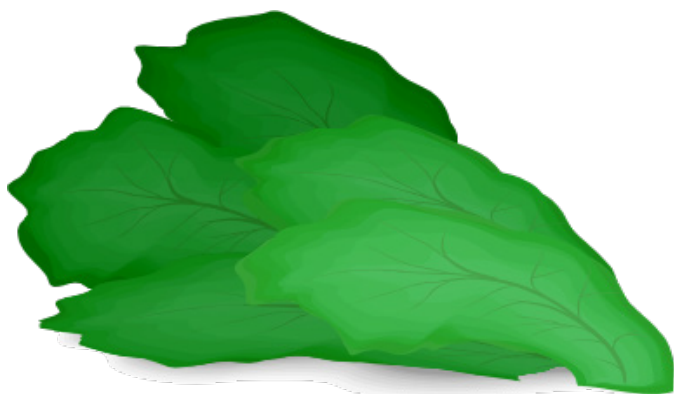
Sisaldab K-vitamiini (hea luudele).

Sisaldab kiudaineid, mis on head seedimisele.

Idaneb 10 päeva.

Kasvab 30 nädalat.

Kapsas kosmoses: kapsast peetakse K-vitamiini ja kiudainete tõttu oluliseks toiduaineks, mida tulevikus kosmoses kasvatada.



Rooma salat

Sisaldab A- ja K-vitamiini.

Mida tumedam salat, seda rohkem on toitaineid.

Võrdlemisi külmakindel.

Ei säili hästi.

Kasvab kõige paremini temperatuuril +16...+18 °C.

Idaneb 9 päeva.

Kasvab 11 nädalat.

Rooma salat kosmoses: NASA kasvatas Rooma salatit punase ja sinise valguse all, mis muutis need veelgi tervislikumaks.



Spinat

Sisaldab palju tsinki, rauda, A- ja C-vitamiine.

Peatab vananemist.

Hoiab niiskuse terava.

Võrdlemisi külmakindel.

Idaneb 16 päeva.

Kasvab 11 nädalat.

Spinat kosmoses: Kreeka tudengid arendasid välja päikesepaneelidega kasvuhoone, kus saaks spinatit kasvatada Marsil.



Riis

Sisaldab palju süsivesikuid.

Sisaldab natuke B-vitamiini, rauda ja mangaani.

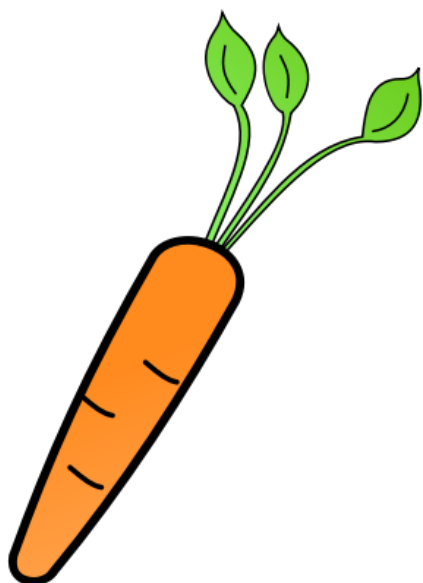
Vajab kasvamiseks palju vett.

Üks kõige levinumaid toiduaineid maailmas.

Idaneb 1–5 päeva.

Kasvab 3–6 kuud.

Riis kosmoses: kuigi see vajab palju vett, leiavad teadlased siiski, et seda hakatakse tulevikus kosmosekasvuhoones kasvatama.



Porgand

Magus maitse.

Sisaldab A-, C- ja B6-vitamiini ja kaaliumi (kasulik silmadele, nahale ja südamele).

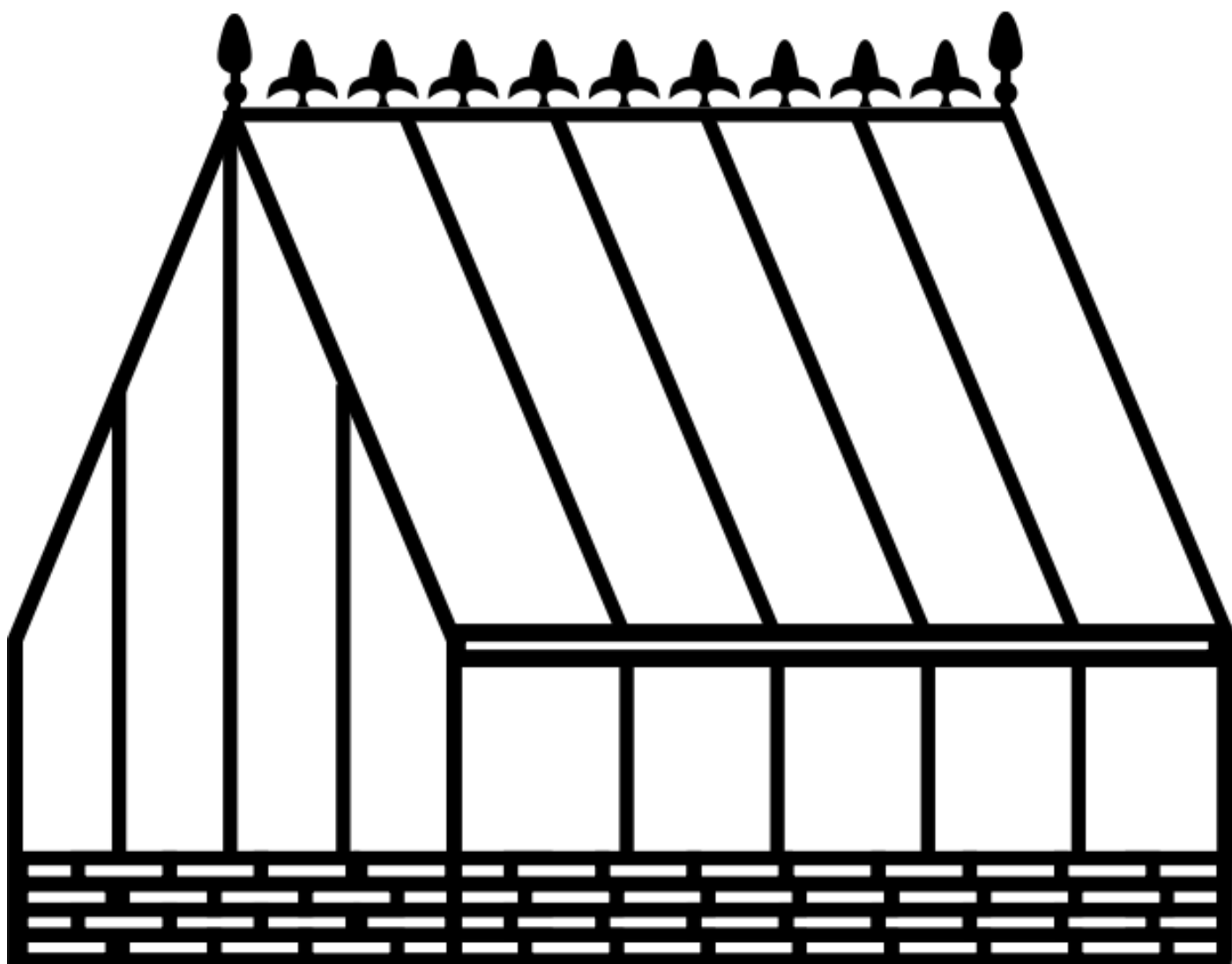
Idaneb 17 päeva.

Annab saaki 1,5 kg/m².

Kasvab 16 nädalat.

Porgand kosmoses: lisaks vitamiinidele on porgandis ka palju antioksüdante, mis kaitsevad astronaute kahjuliku kiirguse eest.

Kirjuta kasvuhoone aknaruutudele, mis taimi Sina kosmoses kasvataksid.



HAPNIK



Pgntree.com

VESI



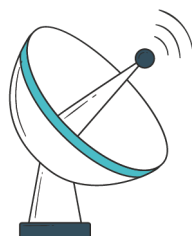
TOIT



ARVUTI



SATELLIIT



Pgntree.com

HANTLIID



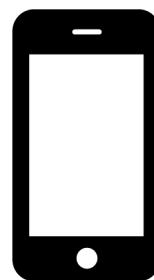
PÄIKESEKREEM



PUTUKAMÜRK



MOBIILTELEFON



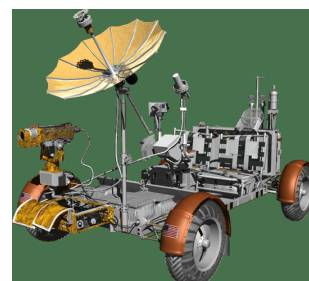
KOMPASS



KAART



KULGUR



Kaasa võtta.
Pikemal reisil tuleks
mõelda ka kohapeal
kasvatamisele
kasvuhoones.

Kaasa võtta.
Kuul arvatakse arvatakse
olevat veejääd sügaval
kraatrites.

Kaasa võtta.
Kuul on seda võimalik
ka sünteesida jääst, mida
arvatakse olevat sügaval
kraatrites.

Ei ole oluline.
Kuu raskusjõud on
väiksem, neist ei ole
väga kasu ja Maa pealt
startides on praegu iga
kilo lisamine väga kallis.

Kaasa võtta.
Selle abil peetakse sidet
Maa, kosmoselaevade ja
teiste astronautidega.

Kaasa võtta.
Oluline töövahend.

Ei ole vaja.
Kuu peal pole hetkel
mobiilimaste. Tuleb
kasutada satelliittelefoni.

Ei ole vaja.
Pole teadaolevalt Maa
putukaid, mida see
tõrjuks. (Kui just Maa
pealt kaasa ei võtnud).

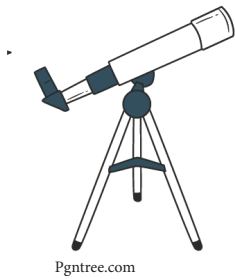
Ei ole oluline.
Tavaline päikesekreem
ei aita Kuul, ainult
skafander kaitseb sealse
päikesevalguse eest.

Kaasa võtta.
Kuigi ka kulgur sõidab
aeglaselt, siis see jõuab
ikkagi kaugemale.

Jah ja ei.
Kuust ei ole hetkel nii
täpseid kaarte, enamasti
loovad astronautid
missioonil oma kaarti.

Ei ole vaja.
Kuul ei ole Maaga
sarnast magnetvälja, see
ei tööta seal.

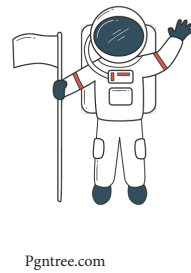
TEADUS-
INSTRUMENDID



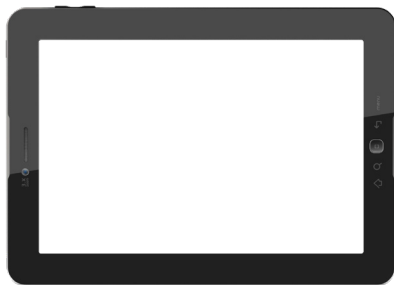
KASVUHOONE



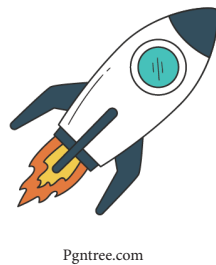
SKAFANDER



FILMID, RAAMATUD,
MÄNGUD



RAKETT



VOODI



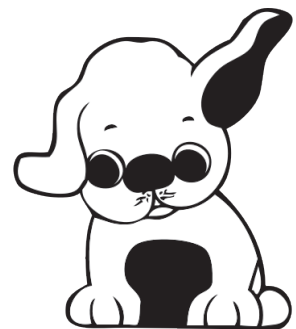
JALGRATAS



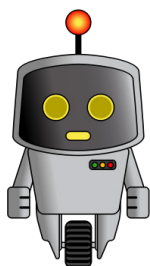
GOLFIVARUSTUS



LEMMIKLOOM



ROBOT



[JOONISTA ISE]

[JOONISTA ISE]

Kaasa võtta.
Ilma selleta ei saa
astronaudiväljas käia.
See kaitseb neid külma,
kuuma ja kiirguse eest.

Kaasa võtta.
Pikemale reisile on
kindlasti vaja kaasa võtta
kasvuhoone, kus saaks
toitu juurde kasvatada.

Teadusinstrumente
on vaja nii teadustöö
 jaoks kui ka selleks,
et astronaudiväljas
Kuu pinnalt, mida nad
vajavad, nt mineraale
jms.

Jah ja ei.
Igal juhul ei saa
astronaudiväljas
magamiskotis nagu
Rahvusvahelises
Kosmosejaamas.

Ette saata või sellega
maanduda.
Kui ei juhtu midagi
katastroofilist, siis peaks
olema võimalus Maale
tagasi tulla.

Kaasa võtta.
Meelelahutust peab
ikkagi ka olema.

Ei ja jah.
Esimeses järjekorras ehk
mitte. Hiljem ilmselt
kolivad ka loomad
kosmosesse.

Jah ja ei.
Seda on tehtud, et näha
kui kaugelt on palli Kuu
tingimustes võimalik
lüüa.
Kuul tuleks uued
mängud mõelda.

Ei.
Sellega on skafandris ja
Kuu liiva sees väga raske
sõita. Parem on kulgur.

Jah, see oleks mõistlik.
Ainult, et tasub vaadata,
et see liiguks nii, et kinni
ei jää Kuu liiva sisse.