



TEACHER ACADEMY
MAKER EDUCATION



MAKERSPACE'I KÄSIRAAMAT

**MakerSpace'ide loomine ja kasutamine koolis:
praktiline juhend õpetajale**



Co-funded by
the European Union

TAME PROJEKT | D5.1

MakerSpace'i käsiraamat

MakerSpace'ide loomine ja kasutamine koolis: praktiline juhend õpetajale

Autorid: Rene Alimisis, Dimitris Alimisis, Chrissa Papasarrantou (EDUMOTIVA)

Kaasautor: William Davis (Trinity College Dublin)

Retsensendid: William Davis (Trinity College Dublin), Theodosios Sapounidis (Aristotle University of Thessaloniki)

Tänuõnad

Autorid tänavad südamest Ana S. Afonsot, Luís Douradot, Floriano Viseud, Helena Martinhot ja Laurinda Sousa Ferreira Leitet (University of Minho) tagasiside ja ettepanekute eest.

Projekt	Maker-hariduse õpetajate akadeemia (TAME) https://tame.tlu.ee/
Projekti tulemus	D5.1 - MakerSpace'i käsiraamat: kuidas koolis MakerSpace'i luua ja kasutada
Juhtpartner	EDUMOTIVA - Euroopa haridustehnoloogia labor
Tööpakett	WP5 - maker-haridus jõuab koolidesse: õpetajakoolituse üliõpilased ja töötavad õpetajad viivad pärast koolitust kooliklassides läbi piloottegevusi
Ülesanne	T5.1
Rahastus	Rahastatud Erasmus+ programmist



**Co-funded by
the European Union**

Vastutuse välistus: rahastanud Euroopa Liit. Väljendatud seisukohad ja arvamused kuuluvad siiski üksnes autorile või autoritele ega pruugi kajastada Euroopa Liidu ega Euroopa Hariduse ja Kultuuri Rakendusameti (EACEA) seisukohti. Euroopa Liit ega EACEA ei vastuta nende eest.

See teos on litsentsitud **Creative Commons** litsentsiga **Attribution-ShareAlike 4.0** International. Litsentsi koopia leiate aadressilt <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Sisukord

1. Sissejuhatus.....	16
1.1 Käsiraamatu eesmärk.....	16
1.2 Sihtrühmad ja lugemise järjekord	16
1.3 Lugege vajaduse, mitte peatüki järgi	17
1.4 Seos TAME projektiga.....	17
2. MakerSpace'id koolis	19
2.1 Mis on kooli MakerSpace?	19
2.2 MakerSpace'ide tüübid	20
1. Täielikult varustatud maker-labor.....	21
2. Maker-nurk olemasolevas ruumis	22
3. Mobiilne MakerSpace koolis	23
4. Ajutine MakerSpace	24
Kombineerige lahendusi	24
2.3 Näited eri tüüpi koolidest	24
1) Maker-nurk klassiruumis.....	24
2) Mobiilne MakerSpace eri õppeainetes.....	25
3) Eraldi MakerSpace	25
4) Ajutine MakerSpace.....	26
5) Koolideülene või kogukonnaga seotud ühine MakerSpace	26
Alustage väiksest ja ühendage lahendusi.....	27
3. Kooli MakerSpace'i kavandamine	29
3.1 Mida kool vajab ja milleks ta on valmis?.....	29
Kooli võimalused ja piirangud	29
Õpilaste vanuserühmad ja seosed õppekavaga	30
Mida vajaduste hindamise järel otsustada	31
3.2 Eesmärgid ja kasutusviisid	31
Sidumine õppekavaga	31
Õppekavavälised tegevused.....	32
Kasutusviiside tasakaal.....	32
3.3 Kaasake õpetajad, juhtkond ja kogukond.....	33
Õpetajad	33
Kooli juhtkond	33

Lapsevanemad ja kogukond	34
Mida kaasamine annab	34
3.4 Eelarve ning aja ja vahendite jagamine	34
Eelarve koostamise põhimõtted	34
Peamised kulurühmad	35
Eelarvevõimalused ja edasine kasv	35
Kuidas raha ja vahendeid jagada	36
Kuidas raha pikemaks ajaks planeerida	36
4. Ruumi valimine ja sisustamine	38
4.1 Mille järgi ruumi valida?	38
Ligipääsetavus	38
Suurus ja paindlikkus	38
Vajalikud tehnilised tingimused	39
4.2 Ruumi paigutus ja tööalad	39
Tööalad: digitaalne valmistamine, elektroonika ja käsitöö	40
Hoiukohad	40
Koostööalad	43
Kogu ruumi kujundamise põhimõtted	43
4.3 Mööbel ja ergonoomika	44
Mida mööbel peab võimaldama	44
Mugav ja ohutu tööasend	45
Ohutus ja vastupidavus	45
Kaasavus ja ligipääsetavus	45
4.4 Elekter, internet ja ventilatsioon	46
Elektrivarustus	46
Internetiühendus	47
Ventilatsioon ja õhukvaliteet	48
5. Seadmed, tööriistad ja materjalid	52
5.1 Peamised seadmete ja vahendite rühmad	52
Käsitöö- ja prototüüpimisvahendid	52
Elektroonika (mikrokontrollerid, andurid)	52
Robootika	53
Digitaalne valmistamine (3D-printerid, laserlõikurid)	53
Seadmekategooriate tasakaalustamine	54

5.2 Stardikomplekt väikese eelarvega MakerSpace'ile	54
Stardikomplekti koostamise põhimõtted	54
Väikese eelarvega stardikomplekti põhiosad	54
Kuidas komplekti kasutada	55
Mida väikese eelarvega komplekt õpetab	55
5.3 Kuidas seadmevalikut hiljem laiendada	55
Täiustatud elektroonika- ja IoT-süsteemid	56
Täiustatud robotikaplatvormid	57
Eriseadmed ja -tööriistad	57
Mida arvestada, kui lisate seadmeid	57
5.4 Kuidas vahendeid osta	57
Kuidas osta mõistliku hinnaga	57
Avatud lähtekoodiga ja isetegemise lahendused	59
Kombineerige erinevaid ostuviise	59
5.5 Vahendite arvestus ja korrashoid	60
Vahendite nimekirja loomine	60
Hoiustamine ja kord	60
Kasutuse ja materjalikulu jälgimine	61
Hooldus ja seadmete kasutamisega	61
Õpilaste kaasamine ja vastutus	61
6. Ohutus ja riskide ennetamine	63
6.1 Üldised ohutuspõhimõtted	63
1. Ohutus kui jagatud vastutus	64
2. Märgake ohte ja ennetage neid	64
3. Selged reeglid ja töövõtted	64
4. Ohutusjuhend enne töö alustamist	64
5. Järelevalve ning tööriistade õige kasutamine	65
6. Ohutu töökeskkond	65
7. Valmisolek hädaolukorraks	65
8. Reeglite regulaarne ülevaatamine	65
6.2 Ohutus eri tööriistade kasutamisel	66
1) Käsitööriistad ja käsitöövahendid	66
2) Elektroonika ja jootmine	66
3) Robotika ja mehaanilised süsteemid	67

4) Digitaalse valmistamise vahendid.....	67
5) Elektriööriistad ja täiustatud seadmed (vajaduse korral)	67
6) Keemilised materjalid ja ained (vajaduse korral)	68
Kõigile tegevustele kehtivad reeglid.....	68
6.3 Õpilaste ohutusjuhend	69
Miks on ohutusjuhend vajalik?	69
Mida ohutusjuhend peab sisaldama?	69
Arvestage vanuse ja kogemusega.....	70
Korrake ohutusreegleid	70
Õpilaste vastutus	70
Ohutusjuhendi läbimise kirjapanek	71
Klassitegevus: „Märka ohte“	71
6.4 Järelevalve ja vastutus	72
Õpetaja roll.....	73
Kui palju õpilasi saab üks õpetaja jälgida?	73
Õpilaste vastutus ja järkjärguline iseseisvus.....	73
Selged rollid ja vastutus	74
Kes võib ruumi ja tööriistu kasutada?	74
Ohutus ja õpilaste iseseisvus.....	74
6.5 Tegutsemine hädaolukorras ja juhtumist teatamine	74
1. Milliseid juhtumeid võib ette tulla?	75
2. Hädaabivahendid ja valmisolek	75
3. Mida juhtumist õppida?	75
6.6 Seadused ja kooli reeglid	75
1) Tervise- ja ohutusnõuded	76
2) Hoolsuskohustus ja vastutus	76
3) Andmekaitse ja digiohutus.....	76
4) Intellektuaalomand ja litsentsimine	76
5) Kaasavus, võrdsus ja eetika	77
7. MakerSpace'i kasutamine ja igapäevane korraldus.....	79
7.1 Kes ja millal ruumi kasutab?.....	79
Tunniplaani alusel kasutamine.....	79
Avatud tööajad	79
Kombineerige erinevaid kasutusviise.....	80

7.2 Kuidas siduda maker-tegevused õppetööga?	80
Siduge maker-tegevused õpieesmärkidega.....	80
Projektõpe (PBL).....	81
Eri õppeainete ühendamine	81
Samm-sammult tugi ja erinevad raskusastmed	82
Töö kirjapanek ja selle üle arutamine	82
Hindamisviisid	82
Õpetajate koostöö.....	82
Alustage väikselt ja laiendage sammhaaval	84
7.3 Aja, ruumi ja vahendite kasutamise reeglid	84
Vahendite jagamise põhimõtted.....	84
Aja ja ruumi jaotamine	84
Seadmete ja tööriistade jaotamine.....	84
Materjalide ja tarvikute arvestus	85
Kasutajate vastutus ja ootused	85
Paindlikkus ja pidev täiustamine	85
Kuidas kasutusreeglid tööle panna?	85
7.4 Projektide kirjapanek ja jälgimine	86
Miks tööd kirja panna?	86
Mida kirja panna?.....	86
Kuidas toetada arutelu ja tagasisidet?	87
Kasutage kirjapandut aruteluks ja tagasisideks. Selleks võite:.....	87
Leidke tasakaal selgete nõuete ja paindlikkuse vahel	87
Siduge kirjapandu hindamisega.....	87
7.5 Hooldus ja korrashoid	88
Hea hoolduse põhimõtted	88
Igapäevane hooldus.....	88
Regulaarne hooldus ja kontroll	88
Rollid ja vastutus.....	88
Vigadest teatamine ja remont	89
Probleemidest peab saama lihtsalt teatada. Hea lahendus sisaldab järgmist:	89
Digivahendite ja tarkvara hooldus.....	89
Vahendite säästlik kasutamine	89
7.6 Materjalide ja tarvikute arvestus	89

Vajaduste etteplaneerimine	89
Materjalide läbimõeldud jagamine	89
Kasutage materjale säästlikult ja vähendage jäätmeid	90
Materjalide ja tarvikute hoiustamine.....	90
Jälgimine ja varude täiendamine	90
Materjalide ja tarvikute eelarve	90
Õpilaste kaasamine ja vastutus	90
8. TAME piloottegevuste läbiviimine	93
8.1 Kooli ettevalmistamine piloodiks.....	93
Kontrollige kooli valmisolekut.....	93
Õpetajate ettevalmistamine ja oskuste arendamine	93
Maker-tegevuste koosloome	93
Piloodi tegevuste kavandamine	94
Koostöö konsortsiumiga.....	94
Õpilaste ettevalmistamine osalemiseks	94
Valmisolek tegevusi kirja panna ja jälgida	94
Toetava koolikeskkonna loomine.....	94
8.2 Mida on piloodi alustamiseks vaja?	95
Toimiv MakerSpace	95
Vajalikud seadmed ja materjalid	95
Mida silmas pidada?	96
Ohutus ja riskide ennetamine	97
Ettevalmistatud õpetajad.....	97
Selge tegevuskava.....	97
Õpilaste korraldus ja osalemine.....	97
Tegevuste kirjapanek ja aruandlus	97
Kool peab piloottegevused kirja panema ja neid jälgima. Selleks tuleb:.....	97
Suhtlus ja töö koordineerimine.....	97
Valmisolek digivahendeid kasutada.....	98
8.3 Ajakava ja vahe-eesmärgid	98
Piloodi üldine ajakava	98
1. etapp: ettevalmistus (enne iga pilootvooru)	98
2. etapp: piloodi läbiviimine	98
3. etapp: arutelu ja kogemuste jagamine pärast pilooti.....	99

Areng ühest pilootvoorst järgmisse	99
Paindlikkus ja kohandamine	99
9. Kuidas MakerSpace püsima jääb ja kasvab	102
9.1 Kuidas ruumi kaua töökorras hoida?	102
Planeerige ennetav hooldus	102
Planeerige seadmete kasutusiga	102
Kasutage materjale ja tarvikuid säästlikult	102
Arendage koolis vajalikke oskusi	103
Siduge MakerSpace kooli igapäevatööga	103
Partnerlused ja väline tugi	103
9.2 Rahastusvõimalused ja partnerlused	104
Avalik rahastus ja haridusprogrammid	104
Kooli eelarvest rahastamine	105
Partnerlus ettevõtluse ja erasektoriga	105
Koostöö ülikoolide ja teadusasutustega	105
Kogukonna- ja kohalikud partnerlused	105
Mitterahaline abi ja vahendite jagamine	105
Püsivate partnerlussuhete loomine	105
Hea partnerlus vajab selget ja ettevaatavat plaani:	105
9.3 Koostöö kogukonnaga ja info jagamine	106
Selgitage, miks MakerSpace'i on vaja	106
Õpilastööde tutvustamine	106
Kuidas infot jagada?	106
Looge tegijate võrgustik	107
Tehke osalemine kõigile võimalikuks	107
10. Mida varasemad kogemused õpetavad	109
Levinud probleemid ja lahendused	109
11. MakerSpace'i inimesed	112
11.1 Helena: rahastuse otsija	112
11.2 Marco: kogukonna ühendaja	114
11.3 Sofia: korra hoidja	116
11.4 Daniel: toetajate ühendaja	117
11.5 Maria: ohutuse eestvedaja	119
11.6 Mida need viis lugu koos näitavad?	120

12. Pärilood praktikast: õnnestumised, ebaõnnestumised ja kõik vahepealne	123
Mõni sõna ebaõnnestumisest.....	123
12.1 COVID-19 tõttu suuna kaotanud MakerSpace	123
12.2 Ebaõnnestunud prindid: loomupärase ebaõnnestumise lugu.....	126
12.3 Veel üks päris ebaõnnestumise ja edu lugu	128
12.4 Mida need lood koos õpetavad?.....	130
13. MakerSpace'i loomise tegevuskava.....	132
13.1 1. etapp: säde ja põhjendus	133
13.2 2. etapp: valmisoleku hindamine ja inimeste kaasamine.....	134
13.3 3. etapp: ruumi kujundus ja vahendite ostmise	135
13.4 4. etapp: ruumi ettevalmistamine, varustamine ja ohutusjuhend.....	136
13.5 5. etapp: esimene piloot → vii läbi, vaatle, kohanda	137
13.6 6. etapp: seo õppetööga, laienda ja pane kogemused kirja	139
13.7 7. etapp: hoia töös, laienda ja jaga kogemusi	140
13.8 Tegevuskava pildina.....	141
14. Peamised mõtted: ühe lehe kokkuvõtte seinale.....	144
Ruumist endast.....	144
Ohutusest	144
Inimestest	144
Igapäevasest toimimisest	144
Kogukonnast.....	145
Juhtimisest ja püsima jäämisest	145
Rahast	145
Ebaõnnestumisest	145
Lisad.....	148
Lisa 1. Ruumiplaani näidis.....	148
Soovituslik paigutus: põhjalikum lahendus	148
Üldised paigutusjuhised	150
Kuidas ruumiplaani kasutada.....	150
Lisa 2. Seadmete loetelud algtasemest põhjalikuma lahenduseni	150
A. Põhilahendus (väike eelarve / algtase).....	150
B. Kesktaseme lahendus (arenev MakerSpace).....	151
C. Põhjalik lahendus (täielik maker-labor)	152
D. Ohutusvahendid (kõigil tasemetel)	152

E. Täiendavad digivahendid.....	152
F. Korraldus- ja hoiustamisvahendid.....	152
Kuidas loetelu kasutada?	153
Lisa 3. Ohutuse kontrollnimekirjad	153
A. Igapäevane ohutuse kontrollnimekiri	153
B. Iganädalane/periodiline ohutuskontroll	153
C. Tööriistapõhine ohutuse kontrollnimekiri	154
D. Õpilaste ohutusnõuete täitmise kontrollnimekiri	154
E. Hädaolukorraks valmisoleku kontrollnimekiri.....	154
Kuidas kontrollnimekirju kasutada	154
Lisa 4. Väikese eelarvega algstsenaarium TAME pilootidele.....	155
A. Eelarvestamise loogika.....	155
B. Seadmete ja materjalide eelarve kooli kohta.....	155
C. Hinnanguline kogueelarve kooli kohta.....	157
Lisa 5. Kesktaseme lahendus digitaalse valmistamise fookusega	158
Lisa 6. Ohutusreeglite plakat seinale.....	160
Lisa 7. Mõistete sõnastik	161
Lisa 8. Lisalugemine ja kasulikud materjalid	163
Praktilised juhendid ja klassiruumivahendid	165
Veebiplatvormid ja kogukonnad.....	167
Projektõpe ja pedagoogika	168

Märkus lugejale

See käsiraamat on mõeldud eelkõige õpetajatele ja teistele koolitöötajatele. See aitab MakerSpace'i luua, kasutada ja pikka aega töös hoida.

Siit leiate juhised ruumi kavandamiseks, seadmete valimiseks, ohutuse tagamiseks, tegevuse töös hoidmiseks ja piloottegevuste läbiviimiseks. Lisaks on käsiraamatus lühikesed nõuanded, kokkuvõtted, õpetajate päris lood ja tegevuskava, mida saab sammhaaval järgida.

Käsiraamat on jaotatud peatükkideks. Lisadest leiate praktilised töövahendid. Lugege kõigepealt seda osa, mida parajasti vajate.

Käsiraamatus on viit tüüpi värvilised kastid. Nõuannetest leiate ideid, mida MakerSpace'i loomisel ja kasutamisel proovida. Kokkuvõtte annab pikema osa põhimõtte edasi ühe või kahe lausega. Hoiatus juhhib tähelepanu levinud vigadele. Inimeste kirjeldused ja lood näitavad päris näidete kaudu, kuidas MakerSpace'i loomine tegelikult kulgeb.

Kasutage lugemisel allolevaid ikoone kiireks orienteerumiseks.

	Nõuanded: ideed, mida MakerSpace'is proovida
	Kokkuvõtted: pikema osa kokkuvõtte ühe või kahe lausega
	Hoiatus: kõige sagedasemate vigade esiletoomine
	Õpetajapersonad: protsessile inimliku näo andmine
	Lood: abstraktsete mustrite muutmine käegakatsutavaks

Mõned selle käsiraamatu kokkuvõtted on järgmised.

- MakerSpace'i määratleb seal toimuv **õppimine, mitte** seal olevad seadmed.
- Alustage piisavalt väikeselt ja laiendage sujuvalt.
- Raha ei ole tavaliselt peamine takistus. Olulisemad on inimeste huvi, toimivad töövõtted ja raha igapäevaste kulude katmiseks.
- Ebaõnnestumine ei ole arengu vastand. See on üks teedest arenguni.
- MakerSpace ei saa sõltuda ainult ühest inimesest. Kaasake teisi, pange töökorraldus kirja ja jagage vastutust.

Kõige tähtsam mõte on lihtne. Looge alustamiseks võimalikult väike ruum. Pange paika töövõtted, mitte ärge täitke ruumi kohe seadmetega. Leidke inimesed, kes saavad vajaduse

korral teie ülesanded üle võtta. Pange töökorraldus kirja. Nii jääb MakerSpace püsima.

Jõudu tööle! Rääkige meile nii sellest, mis läks valesti, kui ka sellest, mis õnnestus oodatust paremini. Saatke oma MakerSpace'i lugu aadressile tame@tlu.ee. Kogukond kasvab siis, kui jagame ausalt nii õnnestumisi kui ka ebaõnnestumisi.

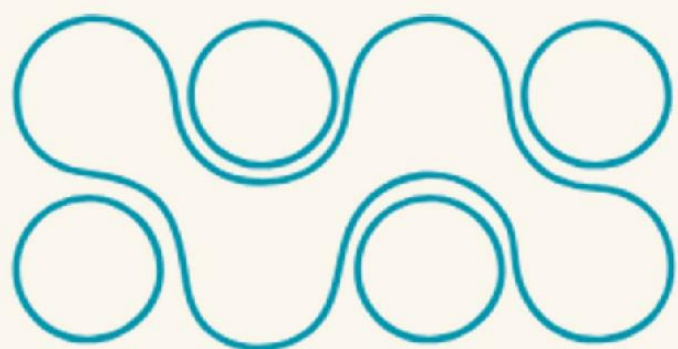


Meie lähtekoht: ühine maker-tegevuse määratlus

Käsiraamat lähtub TAME partnerite ühisest määratlusest: „*maker-tegevus on projektõpe, kus õppijal on tegutsemisvabadus. See ühendab eri valdkondi, loovust, koostööd ja oma töö üle mõtlemist. Õppijad kasutavad nii tavalisi kui ka digivahendeid. Nad kavandavad, katsetavad ja parandavad oma lahendust korduvalt. Tulemuseks on tähenduslik füüsiline ese või digilahendus, mis aitab lahendada päriselu probleemi ning loob väärtust inimesele või ühiskonnale*“.

Kõik järgmised osad toetavad seda määratlust. Siia kuuluvad seadmete valik, ohutus, tegevuse püsima jäämine ja päris MakerSpace'idest saadud õppetunnid. MakerSpace ei ole lihtsalt tööriistu täis tuba. See on koht, kus ruum, inimesed ja töökorraldus toetavad sellist õppimist. Käsiraamat aitab selle koha luua ja töös hoida, et maker-tegevus saaks koolis päriselt juurduda.





Sissejuhatus

1. Sissejuhatus

See käsiraamat aitab koolil MakerSpace'i kavandada, luua ja kasutada. Eelkõige toetab see projekti Teacher Academy for Maker Education (TAME) tegevusi. Käsiraamat ühendab õppimise põhimõtted, praktilised juhised ja töövahendid. Nende abil saab kool luua MakerSpace'i, kus õppimine on sisukas, töö ohutu ja tegevus püsiv. Tekst on mõeldud inimestele, kes peavad ideed igapäevases koolitöös toimima panema.

Mida sellest käsiraamatust leiate

- **Nõuandekastid** toovad esile praktilised sammud ja soovitused.
- **Kokkuvõtete kastid** võtavad pikemad osad kokku ühe või kahe lausega.
- **Hoiatuskastid** juhivad tähelepanu kõige sagedasematele vigadele.
- Viis **õpetajapersoonat näitavad** realistlikke raskusi ja seda, kuidas teiega sarnases olukorras kolleegid on nendega toime tulnud.
- **Päris lugude osa** jagab praktikast nii õnnestumisi kui ka ebaõnnestumisi, sest mõlemast saab õppida.
- **Tegevuskava** muudab kogu käsiraamatu samm-sammuliseks teeks, mida saate järgida.

1.1 Käsiraamatu eesmärk

Käsiraamat aitab õpetajal ja koolil maker-tegevusteks valmistuda. Siit leiate:

- Samm-sammulised juhised kooli MakerSpace'i kavandamiseks, loomiseks ja korraldamiseks.
- Praktilised soovitused seadmete valiku, ruumikujunduse ja vahendite haldamise kohta.
- Selged toimingud ohutuse, püsivuse ja igapäevase toimimise tagamiseks.
- Võtted maker-tegevuste sidumiseks õpetamise ja õppimisega.

Käsiraamat aitab muuta maker-hariduse põhimõtted päris tegevusteks klassiruumis. Varasem kogemus ei ole vajalik. Sobiva alguskoha leiab nii kool, kes alustab ühest klassinurgast, kui ka kool, kus on juba osaliselt varustatud labor.

1.2 Sihtrühmad ja lugemise järjekord

Käsiraamat on mõeldud paljudele MakerSpace'ide loomise ja kasutamisega seotud osapooltele.

Sihtrühm	Kuidas juhendit kasutada
Õpetajad (peamised lugejad)	Õpetaja juhendab maker-tegevusi kõige otsesemalt. Kasutage käsiraamatut projektide kavandamiseks, maker-tegevuste sidumiseks tundidega, ohutute töövõtete loomiseks ja õpilaste toetamiseks. Alustage peatükkidest 2, 6, 7 ja 11, kus on ka õpetajate näidislood.

Sihtrühm	Kuidas juhendit kasutada
Kooli juhtkond (direktorid, koordinaatorid)	Koolijuhile annab käsiraamat tuge ruumi kavandamisel, raha ja vahendite jagamisel, reeglite loomisel ning tegevuse püsima hoidmisel. See aitab siduda MakerSpace'i kooli eesmärkidega. Alustage peatükkidest 3, 8, 9 ja 13.
Tehnikud ja tugipersonal	Seadmete ülesseadmist, hooldust, ohutustoiminguid ja tehnilist baasi käsitlev praktiline teave toetab MakerSpace'i igapäevast toimimist. Lugege kõigepealt peatükke 4, 5, 6 ja lisasid.
Lapsevanemad, partnerid ja kogukond	Juhend selgitab, mis on maker-haridus ja kuidas väline tugi lisaväärtust loob. Lugege peatükke 2 ja 9.

1.3 Lugege vajaduse, mitte peatüki järgi

Käsiraamatut ei pea lugema algusest lõpuni. Valige osa selle järgi, mida teie kool parajasti vajab ja kui kaugele olete jõudnud.

- Kool, kes alles alustab, võib keskenduda vajaduste hindamisele, ruumi kujundamisele ja eelarvele.
- Koolid, kus MakerSpace juba toimib, võivad kasutada haldamist, ohutust ja püsivust käsitlevaid osi.
- Õpetajad saavad minna otse klassiruumi sidumist, projektide elluviimist ja hindamist käsitlevate osade juurde.

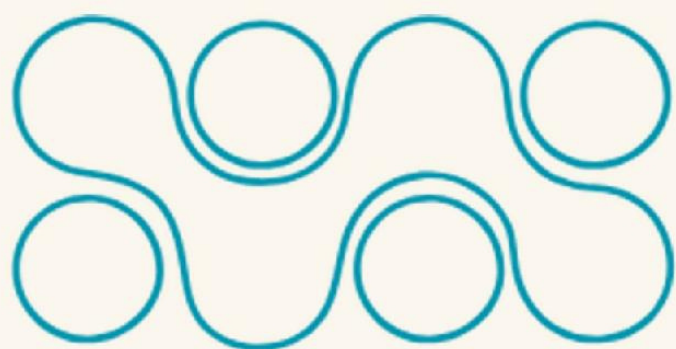
Iga osa saab kasutada eraldi. Koos katavad peatükid MakerSpace'i teekonna kavandamisest kuni edasise kasvuni. Lisadest leiate kontrollnimekirjad, mallid ja ohutusreeglite plakati. Neid saab oma kooli vajaduste järgi kohandada.

1.4 Seos TAME projektiga

Käsiraamat valmis projekti Teacher Academy for Maker Education (TAME) raames. See toetab koolide piloottegevusi ja õpetajate koolitamist ning on seotud järgmiste projekti osadega:

- Õppemoodulid (WP2), mis hõlmavad elektroonikat, robotikat (isetegemise lähenemine) ja digitaalset valmistamist.
- Pilotide elluviimise raamistik (WP5), mis tagab koolide valmisoleku maker-tegevusi vastu võtta ja tõhusalt läbi viia.
- Projekti rõhuasetus loovusele, innovatsioonile ja seotud õppele.

Käsiraamat on TAME ülesande 5.1 põhimaterjal. See aitab koolil MakerSpace'i luua või olemasolevat ruumi kohandada ning piloottegevusteks valmistuda. Eesmärk on kujundada maker-tegevused, mis toetavad õppimist, püsivad ka pärast pilooti ja mida saab hiljem laiendada.



**MAKERSPACE'ID
KOOLIS**

2. MakerSpace'id koolis

MakerSpace ei alga seadmetest. Alustage küsimusest: millist õppimist soovite toetada? Enne tööriistade, mööbli või ruumiplaani valimist mõelge läbi, milliseid õpikogemusi tahate õpilastele pakkuda. Selles peatükis selgitame, mis on kooli MakerSpace. Tutvustame levinumaid lahendusi ja näitame, kuidas need sobivad eri koolidesse ning erineva eelarvega.

2.1 Mis on kooli MakerSpace?

Kooli MakerSpace on õppekoht, kus õpilased kavandavad, ehitavad, katsetavad ja parandavad füüsilisi esemeid või digilahendusi. Õppimine on praktiline ja uuriv. See ühendab loodusteadused, tehnoloogia, inseneeria, kunsti ja matemaatika ehk STEAM-valdkonnad (Johnston jt, 2022; Yang jt, 2025). Tavalises klassiruumis antakse sageli edasi valmis teadmisi. MakerSpace'is õpitakse eelkõige loomise, probleemide lahendamise ja avastamise kaudu (Peppler jt, 2026).

MakerSpace on eelkõige õppimist toetav koht, mitte lihtsalt tööriistadega tuba. See toetab konstruktsionistlikku õppimist (Papert, 1980). Selle järgi kujunevad teadmised tähenduslikke asju luues. Õpilased võivad teha prototüüpe, programmeerida, meisterdada ning kasutada elektroonikat, robotikat ja digitaalse valmistamise vahendeid. Sageli lahendavad nad avatud ülesandeid koos teistega (Valente ja Blikstein, 2013). Tähtsal kohal on loovus, kriitiline mõtlemine, järjekindlus ning korduv kavandamine, katsetamine ja parandamine. Nii õpitakse ka ebaõnnestumistest (Blikstein, 2013).

MakerSpace ei pea olema eraldi tuba. See võib asuda klassiruumis, laboris, raamatukogus või mõnes uue kasutuse saanud kooliruumis. Oluline on, et lahendust saaks kooli vajaduste järgi kohandada. MakerSpace'i saab kasutada järgmiselt:

- Õppekavalised tegevused, võimaldades formaalsete õpieesmärkidega kooskõlas olevat eri aineid ühendavat projektõpet.
- **Õppekavavälised algatused**, näiteks huviringid, võistlused või innovatsiooniprojektid.
- **Õppeaineteülene koostöö**, mis ühendab eri ainevaldkondi temaatiliste projektide kaudu.
- **Kogukonna kaasamine**, sealhulgas lapsevanemate, kohalike ekspertide ja välispartnerite osalemine.

Hea MakerSpace ei vaja alati keerukaid ega kalleid seadmeid. Alustada võib igapäevastest materjalidest ja soodsast mobiilsest komplektist. Põhjalikumas laboris võivad olla 3D-printerid, laserlõikurid ja elektroonika töökohad. Ruumi väärtust ei näita seadmete keerukus. Tähtis on, et tegevused kaasaksid õpilasi ja toetaksid loovust.

MakerSpace võib aidata muuta ka õpetamise viisi. Õpetaja ei anna ainult valmis teadmisi, vaid juhendab õpilasi kavandamise ja katsetamise ajal. Nii muutub õppimine rohkem õppijakeskseks. Arvestada saab eri õppimisviisidega ning kõigil õpilastel on lihtsam osaleda (Vuorikari jt, 2019).

TAME projektis vaadeldakse MakerSpace'i kui päris koolis toimivat õppimise lahendust. See peab olema tehtav, ohutu ja püsiv. Seepärast ei käsitle käsiraamat ainult õppetegevusi. Siin vaadeldakse ka ruumi kavandamist, seadmete valikut, ohutusreegleid, ajaplaneerimist ja hooldust.

Lühidalt on kooli MakerSpace paindlik ja õppijakeskne keskkond, mis võimaldab kasutada loomist õppimise teena ning hõlmab pedagoogikat, füüsilist ülesehitust, vahendite haldamist ja sidumist koolikultuuri laiemalt.



NÕUANDEVÄLI

Proovige seda järgmisel nädalal oma klassiga

Kõndige sobival ja lubatud ajal koolimajas ringi. Seda võib teha näiteks vahetunnis, vaba tunni ajal või töötaja loal. Leidke kolm kohta, kus saaks maker-tegevust vähemalt ajutiselt teha. See võib olla nurk, ratastel käru või koridori sopistus. Vaadake valgust, pistikupesasid, ventilatsiooni ja seda, kui hästi õpetaja ala näeb. Pange tähelepanekud kirja või tehke fotod. Nii on teie esimene ruumi ülevaatus tehtud.

VIITED

- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and 'making' in education: [The democratization of invention. In J. Walter-Herrmann & C. Büching \(Eds.\), FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors. Bielefeld, Germany: Transcript Publishers, pp. 1-21. Available online at: https://tltlab.org/wp-content/uploads/2019/02/2013.Book-B.Digital.pdf](https://tltlab.org/wp-content/uploads/2019/02/2013.Book-B.Digital.pdf)
- Johnston, K., Kervin, L., & Wyeth, P. (2022). STEM, STEAM and Makerspaces in Early Childhood: A Scoping Review. Sustainability, 14(20), 13533. <https://doi.org/10.3390/su142013533>
- Papert, S. (1980) Mindstorms: **Children, Computers, and Powerful Ideas available online at: https://worrydream.com/refs/Papert_1980_-_Mindstorms,_1st_ed.pdf**
- Peppler, K., Halverson, E., & Kafai, Y.B. (Eds.). (2016). Makeology: Makerspaces as Learning Environments (Volume 1) (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315726519>
- Valente J. A. & Blikstein P. (2019) **Maker Education: Where Is the Knowledge Construction? Constructivist Foundations 14(3): 252-262. Available at https://constructivist.info/14/3/252.valente**
- Vuorikari, R., Ferrari, A. and Punie, Y. (2019) "Makerspaces for Education and Training", Joint Research Centre, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019
- Yang, W., Liang, L., Xiang, S., Yeter, I.H (2025). Making a Makerspace in early childhood education: [Effects on children's STEM thinking skills and emotional development, Thinking Skills and Creativity, Volume 56, 101754, ISSN 1871-1871, available online at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871187125000033](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871187125000033)

2.2 MakerSpace'ide tüübid

Kooli MakerSpace võib olla väga erinev. Valik sõltub olemasolevast rahast ja vahenditest, ruumist, kooli eesmärkidest ning sellest, kuidas ruumi õppetöös kasutada soovitakse. Üht kindlat mudelit ei ole. Koolil tasub valida lahendus, mis on piisavalt ambitsioonikas, kuid päriselt tehtav. Neli levinumat varianti on täielik maker-labor, maker-nurk, mobiilne MakerSpace ja ajutine

MakerSpace. Need ulatuvad püsivast ja kallimast laborist kuni lihtsa ning paindliku ajutise lahenduseni.

1. Täielikult varustatud maker-labor

Täielik maker-labor on koolis asuv eraldi püsiruum. See on mõeldud paljude maker-tegevuste jaoks. Seal võivad olla 3D-printerid ja laserlõikurid, elektroonika töökohad mikrokontrollerite ning anduritega, käsitööriistad ning alad meisterdamiseks ja kokkupanekuks.

Täielik labor pakub kõige rohkem kasutusvõimalusi ja seda saab põhjalikult õppetööga siduda. Tavaliselt jagatakse ruum tööaladeks, näiteks valmistamise, elektroonika, prototüüpimise ja koostöö jaoks. Nii saab samal ajal teha mitut tegevust. Labor sobib pikemateks projektideks, eri õppeaineid ühendavaks tööks ja regulaarseks kasutamiseks õppekavas.

Igapäevase toimimise vaates eeldab täielikult varustatud labor järgmist:

- Märkimisväärne alginvesteering (seadmed, mööbel, tehniline baas).
- Pidev hooldus ja materjalide ja tarvikute haldamine.
- Selged ajaplaneerimise kord ja järelvalve reeglid.

Täielik maker-labor sobib koolile, kes tahab muuta maker-hariduse oma igapäevatöö osaks. Seal saab teha pikki projekte, piloottegevusi ja keerukamaid õpilastöid. Selline labor vajab aga selget töökorraldust ja õpetajate väljaõpet.



Joonis 1. MakerSpace'i näide. Pilt pärineb veebilehelt

<https://whichschooladvisor.com/singapore/guides/makerspaces-in-singapores-international-schools>



Joonis 2. MakerSpace'i näide. Pilt pärineb veebilehelt <https://ideas.demco.com/blog/makerspaces-in-schools/#>

2. Maker-nurk olemasolevas ruumis

Maker-nurk on kindel ala olemasolevas klassiruumis, laboris või raamatukogus. Eraldi tuba ei ole vaja. Nurgas on tavaliselt väike valik tööriistu ja materjale, näiteks lihtsad elektroonikakomplektid, käsitöötarbed ning väiksemad valmistamisvahendid.

Maker-nurk on lihtsalt ligipääsetav ja suhteliselt odav. Seepärast sobib see hästi koolile, kus ruumi või raha on vähe. Õpetaja saab maker-tegevused siduda tavaliste tundidega ilma kogu ruumi ümber ehitamata. Maker-nurk sobib eriti hästi selleks, et:

- Praktiliste tegevuste toomine igapäevasesse õpetamisse.
- Lühiajaliste või moodulitena korraldatud projektide toetamine.
- Maker-kultuuri järkjärguline kujundamine koolis.

Maker-nurgas saab teha vähem kui täielikus laboris. Suuremad ja keerukamad seadmed ei pruugi sinna mahtuda. Kuna ruum on teistega ühine, tuleb materjalide asukoht ja ohutus hoolikalt läbi mõelda.

3. Mobiilne MakerSpace koolis

Mobiilse MakerSpace'i seadmed ja materjalid paiknevad kärudel, kastides või komplektides. Neid saab viia ühest klassiruumist teise. Õpilased ei pea minema eraldi ruumi, sest vahendid tuuakse nende juurde.

See mudel on eriti kasulik koolides, kus:

- Ruum on piiratud või jagatud kasutuses.
- Maker-vahendeid vajavad mitu klassi.
- Esmatähtsad on paindlikkus ja laiendatavus.

Mobiilne MakerSpace sisaldab tavaliselt robootikakomplekte ja mikrokontrollereid, süle- või tahvelarvuteid, käsitööriistu ja prototüüpimismaterjale ning kompaktsed digivahendeid (näiteks väikest 3D-printerit, kui see on tehtav).

Mobiilse lahenduse suurim eelis on paindlikkus. Seda saavad kasutada eri klassid ja vanuserühmad ning eraldi ruumi ei ole vaja. Samal ajal tuleb arvestada mõne praktilise raskusega:

- Vahendite klassidevahelise transportimise ja ülesseadmise aeg.
- Seadmete kahjustumise või kadumise oht.
- Vajadus selgete broneerimis- ja jälgimissüsteemide järele.

Hästi hallatud mobiilne MakerSpace on tõhus viis maker-hariduse laiendamiseks kogu koolis ilma suure alginvesteeringuta.



Joonis 3. Mobiilse MakerSpace'i hoiukäru - [Erasmus+](#) projekti STEAM2GO algatus

4. Ajutine MakerSpace

Ajutine MakerSpace tehakse ühe ürituse, töötoa või lühikese projekti jaoks. Selle võib üles seada klassiruumi, saali või õue. Pärast tegevust pakitakse kõik jälle kokku. Lahendus on paindlik ega nõua püsivat ruumi. See sobib hästi järgmisteks tegevusteks:

- Piloottegevused või esmane katsetamine.
- Temaatilised üritused (näiteks STEM-päevad ja innovatsiooninädalad).
- Õpetajate koolitustöötoad.
- Kogukonda kaasavad tegevused.

Ajutises MakerSpace'is kasutatakse tavaliselt lihtsaid materjale ja tööriistu, mille saab kiiresti valmis panna. Lahendus peab olema kergesti kasutatav ja kiiresti üles seatav. Nii saab ideid proovida enne, kui kool investeerib püsivasse ruumi.

Ajutise ruumi nõrkus on järjepidevuse puudumine. Pikki projekte ja oskuste pidevat arendamist on raskem toetada, sest ruum ei ole kogu aeg olemas. Siiski on ajutine MakerSpace kasulik selleks, et:

- Teadlikkuse ja huvi suurendamine.
- Alustamist takistavate barjääride vähendamine.
- Maker-hariduse väärtuse näitamine osapooltele.

Kombineerige lahendusi

Neid nelja lahendust võib omavahel ühendada. Näiteks võib kool kasutada väikest maker-nurka koos mobiilsete komplektidega. Arenevat laborit võib täiendada ajutiste MakerSpace'idega. Sobiv kooslus sõltub kooli vahenditest, eesmärkidest ja valmisolekust.

Kõik neli lahendust võivad maker-haridust hästi toetada. Ruumi suurusest tähtsam on õppimise kvaliteet. Samuti loeb see, kui hästi on maker-tegevused seotud igapäevase õppetööga.



KOKKUVÕTE

Sobiva mudeli valimine

Alustage väikseimast mudelist, mis on tegelikult tehtav.

2.3 Näited eri tüüpi koolidest

MakerSpace töötab kõige paremini siis, kui see sobib konkreetse kooli võimaluste ja piirangutega. Järgmised näited näitavad, kuidas eri lahendused võivad päris koolides toimida. Iga näite juures on kokku viidud õppimise eesmärk, ruum ja olemasolevad vahendid.

1) Maker-nurk klassiruumis

Klassiruumi maker-nurk on sageli kõige lihtsam algus. Selle jaoks eraldatakse klassis üks ala. Sinna pannakse kergesti kasutatavad materjalid, näiteks papp, taaskasutatud esemed, lihtsad

käsitööriistad ja algtaseme elektroonika. Sobivad näiteks ühendatavad voluringikomplektid või lihtsad mikrokontrollerid.

Kuidas see välja näeb

- Tegevused seotakse projektõppe teemadega. Näiteks võib ehitada lihtsaid masinaid, jutustada lugusid loomise kaudu või teha keskkonnaprojekte.
- Tehnilise **täpsuse asemel rõhutatakse** avastamist, loovust ja koostööd.
- Õpetajad seovad maker-tegevusi näiteks loodusainete, kunsti ja keeleõppega.

Kuidas tööd korraldada

- Materjale hoitakse hõlpsa ligipääsu tagamiseks märgistatud kastides.
- Tegevused on lühiajalised.
- Ülesseadmiseks ja koristamiseks on selged rutiinid.

Lisaväärtus

Toetab probleemilahendusoskuse varajast arengut ja maker-mõtteviisi kujunemist, ilma eraldi tehnilise baasita.

2) Mobiilne MakerSpace eri õppeainetes

Teine võimalus on **mobiilne MakerSpace**, mis teenindab mitut klassi ja õppeainet. Seadmed paigutatakse kärudele või komplektidesse, mida viiakse klassiruumide vahel.

Kuidas see välja näeb

- Kasutamine STEM-ainetes, näiteks füüsikas, tehnoloogias ja matemaatikas, ning eri aineid ühendavates projektides.
- Tegevused hõlmavad robotikat, programmeerimist, andmekogumist ja lihtsaid inseneeriaülesandeid.
- Eri ainete õpetajad kavandavad ühisprojekte koostöös.

Kuidas tööd korraldada

- Broneerimissüsteem, mille kaudu õpetajad saavad mobiilseid komplekte reserveerida.
- Standarditud komplektid (näiteks micro:biti komplektid, robotikakomplektid ja andurid).
- Õpetajate baaskoolitus, et tagada vahendite kindel kasutamine.

Lisaväärtus

Võimaldab **laialdast ligipääsu** ja tegevuste laiendamist, nii et maker-tegevustes saab osaleda palju õpilasi ilma eraldi ruumita.

3) Eraldi MakerSpace

Gümnaasiumiastmes võib kool luua täielikult varustatud **MakerSpace'i**, mis toetab keerukamaid ja pikemaajalisi projekte. Ruumis on digitaalse valmistamise vahendid, elektroonikatöökohad ja disainitarkvara.

Kuidas see välja näeb

- Sidumine õppeainetega, näiteks inseneeria, informaatika, disaini ja tehnoloogiaga.

- Õpilaste pikaajalised projektid (näiteks robotisüsteemid, nutiseadmed ja prototüübid).
- Ettevalmistus võistlusteks, uurimisprojektideks või karjäärivalikuteks.

Kuidas tööd korraldada

- Selge ajakava tundide, projektiaja ja avatud tööaegade jaoks.
- Kindlaksmääratud ohutusjuhised ja õpilaste pädevuse kinnitamine seadmete kasutamiseks.
- Laborit haldab selleks määratud töötaja või koolitatud õpetaja.

Lisaväärtus

Toetab **süvaõpet, spetsialiseerumist ja innovatsiooni** ning võimaldab õpilastel osaleda autentsetes inseneeria- ja disainiprotsessides.

4) Ajutine MakerSpace

Piiratud vahenditega koolis pakub ajutine MakerSpace paindlikku ja väikese kuluga lahendust. Konkreetseks tegevuseks, näiteks STEM-päevaks, teemanädalaks või pilootõppetunniks, seatakse üles ajutine keskkond.

Kuidas see välja näeb

- Keskendutakse **odavatele, kuid palju loovust võimaldavatele** tegevustele (näiteks papist prototüübid, lihtsad vooluringid ja disainiülesanded).
- Sageli seotud **ürituste või lühiajaliste algatustega**.
- Võib kaasata väliseid juhendajaid või partnereid.

Kuidas tööd korraldada

- Materjalid valmistatakse ette ja jagatakse osalejatele sessiooni ajal.
- Olemasolevaid ruume (klassiruumid, saalid) kasutatakse paindlikult.
- Ülesseadmise ja kokkupakkimise aeg on minimaalne.

Lisaväärtus

Võimaldab koolil **maker-haridust katsetada ja** huvi tekitada enne püsivamasse lahendusse investeerimist.

5) Koolideülene või kogukonnaga seotud ühine MakerSpace

Mõni kool teeb ühisele MakerSpace'ile ligipääsu saamiseks koostööd teiste asutuste või kogukonnaorganisatsioonidega, **näiteks** kohaliku omavalitsuse fab-labori, ülikoolilabori või innovatsioonikeskusega.

Kuidas see välja näeb

- Perioodiline ligipääs kindlate projektide või moodulite jaoks.
- Võimalus kasutada **edasijõudnud tööriistu ja** eksperditeadmisi, mida koolis ei ole.
- Mentorluse ja päriseluliste kontaktide võimalused.

Kuidas tööd korraldada

- Ajakavastatud külastused või ühisprogrammid.
- Koordineerimine välispartneritega.
- Ettevalmistavad tegevused enne külastust ja oma töö üle mõtlemine pärast seda.

Lisaväärtus

Laiendab õppimisvõimalusi ja ühendab õpilased suurema laiema uuenduste ja ettevõtluse võrgustikuga.

Alustage väiksest ja ühendage lahendusi

MakerSpace'i saab teha väga erinevas koolis. See võib olla väike nurk klassiruumis või põhjalik valmistamislabor. Tähtis on, et õppimise eesmärgid, olemasolevad vahendid ja kooli tegelikud võimalused sobiksid omavahel.

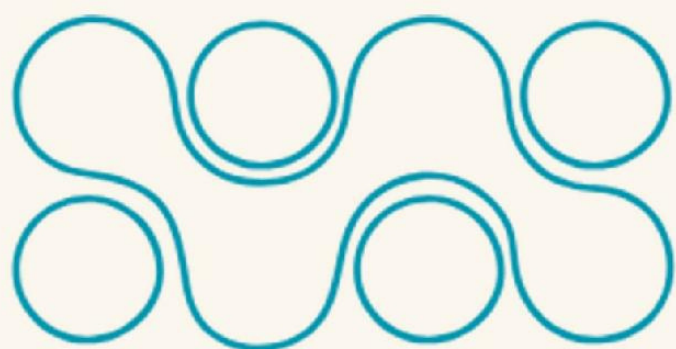
Ärge püüdke kohe luua üht „ideaalset“ ruumi. Alustage väiksest, näiteks ajutise või mobiilse lahendusega. Kui oskused ja kindlustunne kasvavad, saab liikuda püsivama ruumi poole ning siduda maker-tegevused paremini õppetööga.



KOKKUVÕTE

2. peatükk lühidalt

MakerSpace'i määratleb seal toimuv õppimine, mitte seal olevad seadmed. Valige mudel, millega saate alustada, ja arendage seda edasi.



**KOOLI
MAKERSPACE'I
KAVANDAMINE**

3. Kooli MakerSpace'i kavandamine

Selge plaan aitab vältida kõige tavalisemat viga: raha kulutatakse ruumile, millel ei ole kindlat eesmärki. Selles peatükis vaatame läbi kooli vajadused, eesmärgid, kaasatavad inimesed ja eelarve. Nii saate luua just oma koolile sobiva lahenduse.

3.1 Mida kool vajab ja milleks ta on valmis?

Enne MakerSpace'i loomist hinnake kooli vajadusi ja valmisolekut. Ruumi kujundus, vahendid ja kasutamise viis peavad sobima teie kooli oludega. See aitab vältida ruumi, mida kasutatakse vähe, ning oste, mille jätkamiseks hiljem raha ei ole. Ärge alustage sellest, millised tööriistad on parajasti olemas või moes. Vaadake kõigepealt üle kooli õppimise eesmärgid, ruumid, töökorraldus ja inimeste oskused.

Kooli võimalused ja piirangud

Esimene samm on kujundada selge arusaam kooli **tegevuskeskkonnast**. See **hõlmab** nii võimaldavaid tegureid kui ka piiranguid, mis mõjutavad MakerSpace'i kujundust.

- **Ruum ja tehnilised tingimused:** ruumide ja jagatud alade (näiteks laborite ja raamatukogude) olemasolu, hoiustamisvõimalused ning ligipääs elektrile, internetiühendusele ja ventilatsioonile.
- **Tunniplaan:** kui lihtsalt saab kooli ajakavas teha ruumi projektöppele ja eri aineid ühendavatele tegevustele?
- **Inimesed ja nende aeg:** õpetajate pädevus ja kindlustunne praktiliste või tehnoloogiarikaste tegevuste läbiviimisel ning tehnilise tugipersonali olemasolu.
- **Eelarvetingimused:** algrahastuse olemasolu ning võime katta jooksvaid kulusid, näiteks materjale ja tarvikuid, hooldust ja uuendusi.
- **Koolikultuur ja juhtkonna tugi:** avatus innovatsioonile, töötajate koostöö ning juhtkonna pühendumus maker-hariduse sidumisele kooli praktikasse.

Pange piirangud ausalt kirja. Need võivad olla näiteks väike ruum, vähesed tehnilised teadmised või jäik tunniplaan. Ärge vaadake neid ainult takistustena. Need aitavad valida sobiva lahenduse. Näiteks võib täieliku labori asemel alustada mobiilsete komplektidega.

Hea algus on valmisoleku hindamine. Küsige töötajatelt lühidalt arvamust, arutage teemat koos ja vaadake olemasolevad ruumid ning vahendid üle. Nii saate ausa pildi lähteolukorrast. Samuti selgub, kus on vaja tuge või täienduskoolitust.



NÕUANDEVÄLI

Tehke 60-minutiline valmisoleku hindamine

Leidke üks sobiv tund ja kutsuge kaasa kaks või kolm kolleegi. Vaadake võimalik ruum koos üle. Kontrollige pistikupesasid, interneti levi, ventilatsiooni, lukustatavat hoiukohta, õpetaja vaatevälja ja valamu kaugust. Tehke fotosid. Tunni lõpus otsustage, kas ruum on valmis, vajab väikseid parandusi või ei sobi selleks otstarbeks.

Kogenud tegija võte - proovitud ja toimiv

Võtke ruumi ülevaatusel kaasa märkmepaberid. Kleepige sedel kohe seinale, pistikupesa juurde või probleemsele kohale. Kirjutage sellele tähelepanek ja tehke sedelist koos asukohaga foto. Nii saate lihtsa piltidega ülevaate, mitte ainult kirjaliku nimekirja.

Õpilaste vanuserühmad ja seosed õppekavaga

MakerSpace peab pedagoogiliselt lähtuma nende **õppijate vajadustest, kellele** see on mõeldud. Õpilaste vanus mõjutab oluliselt seda, milliseid tegevusi, tööriistu ja keerukuse taset ruum peaks toetama.

- Algkoolis tuleks rõhutada avastamist, loovust ja lihtsat probleemilahendust ning kasutada lihtsaid materjale ja intuitiivseid tööriistu.
- Põhikooli vanemas astmes saavad õpilased lahendada struktureeritumaid programmeerimise, elektroonika ja robotikaga seotud ülesandeid.
- Gümnaasiumiastmes võib MakerSpace toetada edasijõudnud projekte, sealhulgas inseneridisaini, digitaalset valmistamist ja eri valdkondi ühendavat uurimistööd.

Sama oluline on kooskõla kooli õppeprogrammi või riikliku õppekavaga. MakerSpace ei peaks toimima eraldiseisva innovatsioonikeskusena, vaid seotud õpikeskkonnana, mis rikastab aineõpet. Koolil tasub välja selgitada:

- Asjakohased õppeained (näiteks loodusained, tehnoloogia ja kunst), milles maker-tegevused võivad õpitulemusi rikastada.
- Projektõppe või eri valdkondi ühendavate õppeüksuste võimalused.
- Konkreetsed õppekava eesmärgid, mida saab saavutada praktilise loomise kaudu.

Selline kooskõla tagab MakerSpace'i otsese panuse hariduseesmärkidesse ning suurendab selle asjakohasust ja püsivust.

Mida vajaduste hindamise järel otsustada

Protsessi tulemuseks peaks olema selge selge tegevusplaan, milles määratletakse:

- Kõige sobivam MakerSpace'i tüüp (näiteks nurk, mobiilne lahendus või täielik labor).
- Prioriteetsed kasutusviisid (õppekavalised, õppekavavälised ja piloottegevused).
- Vajalikud vahendid ja oskuste arendamise vajadused.
- Piirangud ja nende leevendamise strateegiad.

Hästi tehtud vajaduste hindamine annab kindla aluse järgmisteks otsusteks. Nii saab luua MakerSpace'i, mis päriselt töötab, toetab õppimist ja jääb püsima. Samuti on seda lihtsam siduda kooli igapäevase õppetööga.

3.2 Eesmärgid ja kasutusviisid

Pärast kooli võimaluste ja valmisoleku hindamist pange paika MakerSpace'i eesmärgid ja kasutusviisid. Nii ei jää ruum eraldiseisvaks uuendusprojektiks, vaid sellel on selge väärtus õppimisele. Eesmärgid aitavad otsustada, milline peab olema ruum, milliseid seadmeid on vaja, millal seda kasutatakse ja millised õpetajad kaasatakse.

Sõnastage selgelt, mida soovite MakerSpace'iga saavutada. Pange paika, kellele ruum on mõeldud ja millal seda kasutatakse. Eesmärgid peavad olema realistlikud ja sobima kooli prioriteetidega. Kogemuse kasvades võib neid muuta.

Sidumine õppekavaga

Kooli MakerSpace'i üks peamisi eesmärke on toetada ja rikastada kooli õppekava. Maker-tegevused tuleb teadlikult siduda õppekava eesmärkidega, mitte käsitada neid lisandi või juhusliku rikastava tegevusena.

Tõhus õppekavaga sidumine võib toimuda mitmel viisil:

- Ainepõhine sidumine tähendab, et maker-tegevus on ühe õppeaine osa. Loodusainetes võib ehitada mudeleid ja teha anduritega katseid. Tehnoloogias või informaatikas võib programmeerida, kasutada robotikat ja valmistada digitaalselt. Kunstis võib keskenduda disainile ning loovale eneseväljendusele füüsiliste või digitaalsete vahenditega.
- **Valdkondadeüleised projektid:** MakerSpace võimaldab õppeaineteülest õpet, milles õpilased rakendavad päriselu probleemide lahendamiseks mitme aine teadmisi (näiteks püsive lahenduste, nutiseadmete või interaktiivsete installatsioonide kavandamine).
- Projektõppes saab õppimise üles ehitada pikema projekti ümber. Loomine on siis peamine viis teema uurimiseks. Õpilased mõtlevad välja idee, teevad prototüübi, katsetavad seda ja parandavad lahendust. Selline töö aitab teemast sügavamalt aru saada.

Õppekavasse sidumise toetamiseks võiks kool:

- Siduma maker-tegevused **konkreetsete õpitulemuste** ja pädevustega.
- Leidma **olemasolevas õppekavas sobivad sisenemiskohad**.
- Pakkuma õpetajatele **maker-tegevuste ja projektikavandite näiteid**.
- Tagama kooskõla hindamispraktikatega (näiteks portfooliod ja protsessipõhine hindamine).

Eesmärk on kasutada MakerSpace'i **õppekava eesmärkide tõhusamaks saavutamiseks, eriti** kõrgema taseme oskuste, näiteks probleemilahenduse, loovuse ja koostöö arendamisel.

Õppekavavälised tegevused

Lisaks õppekava toetamisele on MakerSpace väärtuslik õppekavavälise osalemise **platvorm**. **Sellised** tegevused pakuvad paindlikkust ja võimaldavad õpilastel uurida oma huve väljaspool õppekava piiranguid.

Levinud õppekavavälised kasutusviisid on järgmised:

- **Maker-ringid või innovatsioonirühmad:** regulaarsed kohtumised, kus õpilased töötavad iseseisvalt valitud või juhendatud projektidega ning rõhk on sageli loovusel ja katsetamisel.
- **Võistlused ja ülesanded:** osalemine robotikavõistlustel, inseneeriaülesannetes või häkatonidel, mis motiveerivad õpilasi ja loovad oskuste rakendamiseks autentse konteksti.
- **Temaatilised töötoad ja üritused:** lühiajalised tegevused, näiteks STEM-päevad, programmeerimisnädalad või disainiülesanded, mis kaasavad suurema hulga õpilasi.
- **Õpilaste juhitud projektid:** võimalused, kus õppijad saavad pakkuda välja ja arendada oma ideid, kasvatades tunnet, et ruum on ühine ja ettevõtlikku mõtteviisi.

Õppekavavälised tegevused on eriti olulised järgmiseks:

- Õppimisaja ja õppe sügavuse suurendamine.
- Eri huvide ja õpistiilidega õpilaste kaasamine.
- Ülekoolilise **maker-kultuuri kujundamine**.

Ohutu ja võrdse osalemise tagamiseks vajavad need tegevused siiski selget korraldust, sealhulgas järelevalvet, ajaplaneerimist ja kasutusreegleid.

Kasutusviiside tasakaal

Hästi toimiv MakerSpace ühendab tavaliselt õppekavalise ja õppekavavälise kasutuse, luues tasakaalustatud terviku. Koolil tasub määratlema:

- **Põhifookuse (näiteks õppekavapõhine kasutus või innovatsioonikeskus).**
- Iga **tegevustüübi** jaoks eraldatava aja osakaalu.
- Sihtrühmad ja kasutusõiguse tasemed.

Eesmärgi võib kogemuse kasvades täpsustada. Piloodi ajal alustage väheste kasutusviisidega. Näiteks siduge maker-tegevus ühe õppeainega ja käivitage üks huviring. Kui oskused ja kindlustunne kasvavad, saate tegevusi juurde lisada.



KOKKUVÕTE

Valige üks õppekavaline ja üks õppekavaväliline kasutusviis

Alustage MakerSpace'i ühe tunniplaanis oleva tunni ja ühe huviringiga. Selline kombinatsioon annab tagasisideahela, koormamata töötajaid üle.

3.3 Kaasake õpetajad, juhtkond ja kogukond

MakerSpace jääb püsima siis, kui õpetajad, juhtkond, lapsevanemad ja partnerid on algusest peale kaasatud. See ei ole eraldiseisev tehniline projekt, vaid osa kooli igapäevatööst. Inimestel tuleb tegutseda koos ja jagada vastutust. Varajane ning pidev kaasamine aitab kujundada ühise arusaama, leppida kokku ootused ja hoida kooli toetust. See on eriti oluline piloodi ajal.

Selles osas vaadeldakse kolmele peamisele osapoolale: õpetajatele, kooli juhtkonnale ning lapsevanematele ja kogukonnale.

Õpetajad

Õpetajad on kooli MakerSpace'i peamised rakendajad. Nende kaasatus, kindlustunne ja pedagoogiline ühisosa määravad otseselt, kui tõhusalt ruumi kasutatakse. Õpetajate kaasamisel arvestage järgmisega:

- **Varajane osalemine kavandamises:** õpetajad peaksid osalema eesmärkide määratlemisel, kasutusviiside valimisel ja MakerSpace'i kujundamisel. Nii vastab ruum abstraktsete eelduste asemel päris klassiruumi vajadustele.
- **Õpetajate koolitus ja tugi:** uued tööriistad või maker-õppeviis võivad alguses tekitada ebakindlust. Pakkuge õpetajatele praktilisi töötube, valmis tunnikavasid ja tegevusmalle. Abi peaks olema kättesaadav ka hiljem, näiteks mentori või kolleegi kaudu.
- **Koostöökultuur:** maker-haridus võidab eri valdkondi ühendavast koostööst. Eri ainete õpetajate julgustamine projekte koos kavandama ja õpetama võib tegevuste kvaliteeti ning mõju oluliselt suurendada.
- **Tunnustamine ja motivatsioon:** õpetajate panuse tunnustamine (ametlik tunnustus, koordineerimisrolli väiksem töökoormus või professionaalse arengu võimalused) aitab kaasatust aja jooksul hoida.

Ilma õpetajate tugeva poolehoiuta võib ka hästi varustatud MakerSpace jääda alakasutatuks. Seetõttu tuleb õpetajate kaasamist käsitada keskse **strateegilise prioriteedi**, mitte kõrvalise küsimusena.

Kooli juhtkond

Kooli juhtkonnal on MakerSpace'i rakendamiseks vajaliku strateegilise suuna, vahendite ja asutuse toe tagamisel määrav roll.

- **Visioon ja kooskõla:** koolijuhid peavad tagama MakerSpace'i kooskõla kooli laiemate hariduseesmärkide ja arengustrateegiaga. See hõlmab maker-hariduse sidumist kooli arengukavasse ja innovatsiooniplaanidesse.
- **Ressursside jaotamine:** juhtkond vastutab eelarve eraldamise, ruumikasutuse heakskiitmise ning seadmetesse, hooldusse ja professionaalsesse arengusse tehtavate investeeringute toetamise eest.
- **Korralduslik tugi:** **tõhus** rakendamine eeldab sageli tunniplaani kohandamist (et võimaldada projektõpet), tööülesannete ümberjaotamist (näiteks koordineerimisrollide määramist) ja eeskirjade täpsustamist (näiteks juurdepääsu-, ohutus- ja kasutusjuhised).

- **Võimaldavate tingimuste** loomine: juhid kujundavad katsetamist, koostööd ja innovatsiooni toetava kultuuri. See tähendab muu hulgas õpetajate toetamist uute lähenemiste proovimisel ning järkjärgulise arenduse aktsepteerimist pilootetapis.

Juhtkonna tugev pühendumus on üks peamisi edutegureid, eriti selleks, et MakerSpace areneks üksikalgatusest kooli igapäevasesse toimimisse seotud praktikaks.

Lapsevanemad ja kogukond

Lapsevanemate ja laiema kogukonna kaasamine suurendab MakerSpace'i mõju ning toetab selle püsivust. Need osapooled võivad pakkuda lisavahendeid, teadmisi ja päriselulisi kontakte. Seda saab teha nii:

- **Info ja suhtlus:** selgitage lapsevanematele, mis on maker-haridus ja mida õpilased sellest saavad. Seda saab teha näidisüritustel, avatud uste päevadel ja õpilastööde näitustel. Jagage infot regulaarselt ka uudiskirjas või kooli digikanalites.
- **Aktiivne osalemine:** lapsevanemad ja kogukonnaliikmed võivad toetada tegevusi vabatahtlikena, jagada mentorina erialateadmisi (näiteks insenerid, disainerid ja kunstnikud) või osaleda projektõppe algatuste partneritena.
- **Partnerlus kohalike organisatsioonidega:** ülikoolid, ettevõtted, maker-kogukonnad või kohaliku omavalitsuse innovatsioonikeskused võivad võimaldada ligipääsu edasijõudnud seadmetele ja ruumidele, eriteadmistele ja koolitusele ning autentsetele päriselu projektidele.
- Kogukond saab aidata annetuste, sponsorluse ja vahendite ühiskasutusega. See toetab MakerSpace'i püsimist.

Mida kaasamine annab

Hea kaasamise tulemus on ühine arusaam ja jagatud vastutus. Õpetajad kasutavad ruumi kindlamalt ja suurema sooviga. Juhtkond annab püsivat tuge. Lapsevanemad ja kogukond aitavad ruumi arendada. Selline koostöö muudab tõenäolisemaks, et tegevused õnnestuvad, õppimine on sisukas ja MakerSpace töötab ka pärast pilooti.

3.4 Eelarve ning aja ja vahendite jagamine

Eelarve ja vahendite jagamine tuleb läbi mõelda nii ruumi loomise kui ka hilisema kasutamise jaoks. Levinud viga on kulutada liiga palju seadmetele. Samal ajal jäävad planeerimata nende kasutamine, hooldus ja sidumine õppetööga. Seepärast siduge iga rahaline otsus selge eesmärgi, kavandatud kasutusviisi ja kooli tegelike võimalustega.

Eelarve koostamise põhimõtted

- **Pedagoogikast lähtuv** investeerimine: seadmete ja materjalide valikut peaksid suunama kavandatud õpitulemused ja tegevused, mitte tehnoloogiarendid ega tajutud prestiiž.
- **Etapiviisiline rakendamine:** koolil soovitatakse liikuda samm-sammult, alustades väga olulineest tööriistadest ning laiendades oskusi ja võimalusi järk-järgult tegeliku kasutuse ja kogemuse põhjal.

- **Püsi- ja korduvkulude tasakaal:** oluline on eristada esialgseid kapitalikulusid (seadmed, mööbel, ruumi kohandamine) ning korduvaid kulusid (materjalid ja tarvikud, hooldus, asendused ja uuendused).
- **Kulutõhusus ja paindlikkus:** eelistage mitmekülgseid tööriistu ja materjale, mis toetavad paljusid tegevusi eri õppeainetes ja vanuserühmades.

Peamised kulurühmad

Terviklik eelarvekava peaks sisaldama järgmisi kategooriaid.

1. Ruumi ettevalmistus ja tehnilised tingimused

- Väiksemad remonditööd (vajaduse korral).
- Elektrisüsteemi uuendused ja internetiühendus.
- Mööbel (töölauad, hoiustamislahendused ja istmed).

2. Seadmed ja tööriistad

- Digivahendid (näiteks 3D-printerid, süle- ja tahvelarvutid).
- Elektroonikakomplektid (mikrokontrollerid ja andurid).
- Käsitööriistad ja prototüüpimisvahendid.
- Ohutusvarustus (näiteks kaitseprillid, kindad ja esmaabikomplektid).

3. Materjalid ja tarvikud

- Käsitöömaterjalid (papp, puit ja plastid).
- Elektroonikakomponendid.
- Filamendid ja valmistamismaterjalid.
- Varuosad.

4. Õpetajate koolitus

- Õpetajate koolitustöötoad.
- Väline eksperditeadmine või mentorlus.
- Õpetajate ettevalmistuseks ja koostööks eraldatud aeg.

5. Hooldus ja igapäevane kasutamine

- Seadmete hooldus ja remont.
- Tarkvaralitsentsid (vajaduse korral).
- Inventarihaldussüsteemid.

Eelarvevõimalused ja edasine kasv

Koolil tasub kaaluma olemasolevate vahendite põhjal erinevaid eelarvestsenaariume.

Stsenaarium	Kirjeldus
Väike eelarve	Keskendutakse maker-nurkadele või mobiilsetele komplektidele, milles kasutatakse soodsaid igapäevamaterjale ja algtaseme

Stsenaarium	Kirjeldus
	tööriistu. Edasijõudnud tehnoloogia asemel on rõhk loovusel ja pedagoogikal.
Keskmine eelarve	Põhilised digivahendid (näiteks algtaseme 3D-printerid ja mikrokontrollerid) ühendatakse selge ülesehitusega tegevuskomplektide ja täiustatud tehnilise baasiga.
Suur eelarve	Täielikult varustatud maker-laborid edasijõudnud valmistamiseseadmete, eraldi ruumide ja keerukaid projekte toetava tervikliku tööriistavalikuga.

Kõik kolm stsenaariumi võivad olla hariduslikult tõhusad, kui need on seotud selgete eesmärkidega. **Suurem investeering ei taga automaatselt paremaid õpitulemusi.**

Kuidas raha ja vahendeid jagada

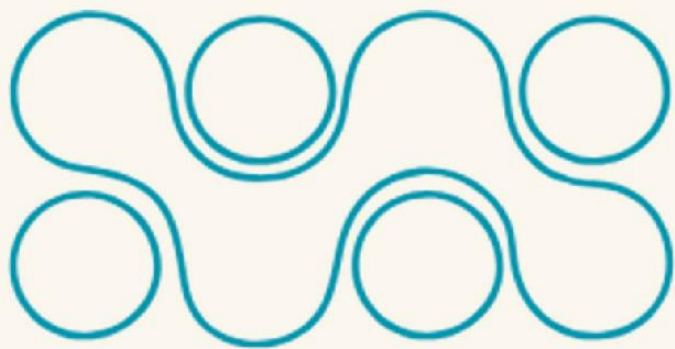
Lisaks eelarvestamisele peab kool kavandama ka selle, kuidas vahendeid jagatakse ja hallatakse:

- **Prioriteetide seadmine:** enne edasijõudnud seadmete soetamist suunake vahendid kõigepealt suure mõjuga valdkondadesse (näiteks õpetajate koolitus ja väga olulised tööriistad).
- **Ühiselt kasutatavad vahendid:** kasutuse maksimeerimiseks kaaluge mudeleid, kus seadmeid jagatakse klasside või osakondade vahel (näiteks mobiilsed maker-komplektid).
- **Väline rahastus ja partnerlused:** uurige kohalike ja riiklike toetuste, Euroopa Liidu rahastusprogrammide ning ettevõtete või kogukonnaorganisatsioonidega sõlmistavate partnerluste võimalusi.
- **Taaskasutus ja püsivus:** innustage kasutama taaskasutatud materjale ja soodsaid vahendeid, et vähendada jooksvaid kulusid ning edendada keskkonnateadlikke praktikaid.

Kuidas raha pikemaks ajaks planeerida

Veenduge, et MakerSpace püsiks elujõulisena ka pärast esmast ülesseadmist. Koolil tasub kavandama:

- Iga-aastase tegevuseelarve materjalide ja tarvikute ja hoolduse katmiseks.
- **Seadmete** asendustsüklid.
- **Kasutuse ja tõendatud** mõju põhjal järk-järgult laiendatava arengu.



RUUMI VALIMINE JA SISUSTAMINE

4. Ruumi valimine ja sisustamine

Ruumi asukoht ja paigutus mõjutavad ohutust, nähtavust ja õpetaja võimalust õpilasi jälgida. Need määravad ka selle, milliseid töid saab ruumis teha. Selles peatükis vaatame, kuidas ruumi valida, tööaladeks jagada ja sisustada.

4.1 Mille järgi ruumi valida?

Sobiva ruumi valimine on MakerSpace'i loomise üks tähtsamaid otsuseid. Ruum mõjutab tegevuste korraldust, tööriistade ohutut kasutamist ning seda, kui lihtne on õpilastel ja õpetajatel sinna pääseda. Täiuslikku ruumi ei ole vaja otsida. Hinnake olemasolevaid võimalusi praktiliste tunnuste järgi. Valitud ruum peab toetama õppimise eesmärgi, olema päriselt kasutatav ja vastama ohutusnõuetele.

Ligipääsetavus

Ligipääsetavus on üks põhiküsimusi, sest see määrab, kes, **kui sageli ja millistel tingimustel MakerSpace'i kasutada saab.**

- **Füüsiline ligipääs:** ruumi peab olema lihtne jõuda nii õpilastel kui ka töötajatel. Võimaluse korral valige koht, mida koolis sageli kasutatakse, näiteks klasside, laborite või raamatukogu lähedal. Ruum peab sobima ka erinevate liikumisvajadustega õpilastele.
- **Ligipääsetavus** tunniplaanis: asukoht peaks võimaldama paindlikku kasutust eri klassidele ja kellaegadel. Muuks otstarbeks tihedalt broneeritud ruum võib piirata MakerSpace'i kättesaadavust ja mõju.
- **Järelevalve ja nähtavus:** hõlpsat järelevalvet võimaldav ruum (näiteks hea nähtavus ja töötajate alade lähedus) toetab ohutumat ning tõhusamat haldamist, eriti tööriistade kasutamisel.
- **Laiendatud ligipääsu** võimalus: õppekavaväliste tegevuste kavandamisel tuleb kaaluda, kas ruumi saab kasutada väljaspool tavapäraseid õppetunde muid kooli tegevusi häirimata.

Hästi valitud asukoht vähendab osalemistakistusi ning toetab regulaarset **ja järjepidevat kasutust**, mis on tähendusliku õppimise eeltingimus.

Suurus ja paindlikkus

Ruumi suurus ja paigutus peaksid sobima nii praeguste vajaduste kui ka võimaliku tulevase laienemisega. Tõhusus sõltub siiski rohkem paindlikkusest **ja korrastatusest kui** ruutmeetrite arvust.

- **Piisav tööruum: õpilased** peavad saama töötada nii ükski kui ka rühmas ning neil peab olema piisavalt ruumi liikumiseks, koostööks ja tööriistade ohutuks kasutamiseks.
- **Tsoonide loomise** võimalused: ka väikeses ruumis on kasulik määratleda funktsionaalsed alad, näiteks prototüüpimise ja käsitöö, elektroonika ja arvutikasutuse ning hoiustamise ja materjalihalduse jaoks.

- **Paindlik mööbel ja paigutus:** liigutatavad lauad, moodulhoiustamine ja kohandatavad istmed võimaldavad ruumis korraldada eri tüüpi tegevusi, lühikestest töötubadest pikaajaliste projektideni.
- **Laiendatavus:** ruum peaks võimaldama järkjärgulist arengut, olgu selleks uute seadmete lisamine, suurema hulga õpilaste kaasamine või tegevuste mitmekesistamine.

Kool ei tohiks oma vajadusi üle hinnata. Hästi korraldatud **väike ruum võib olla tõhusam kui suur, kuid kehvasti üles ehitatud ruum.**

Vajalikud tehnilised tingimused

Ohutuks ja tõhusaks toimimiseks vajab MakerSpace kindlat tehnilist baasi. Nõuded sõltuvad seadmete tasemest, kuid neid tuleb arvestada juba kavandamise alguses.

- **Elektrivõimsus:** piisavalt pistikupesasid mitme seadme ja tööriista samaaegseks kasutamiseks ning sobivad ohutusmeetmed (näiteks liigpingekaitse).
- **Internetiühendus:** usaldusväärne võrgule ligipääs programmeerimiseks, uurimistööks ning digivahendite või -platvormide kasutamiseks.
- **Ventilatsioon ja õhukvaliteet:** eriti oluline 3D-printerite, laserlõikurite või aure tekitavate materjalide kasutamisel. Hinnata tuleb loomuliku või mehaanilise ventilatsiooni piisavust.
- **Valgustus:** piisav valgustus on vajalik täppistööks, ohutuseks ja ruumi üldiseks kasutatavuseks.
- **Hoiustamislahendused:** turvaline ja korrastatud hoiuruum tööriistade, materjalide ja õpilasprojektide jaoks aitab hoida korda ning pikendada seadmete eluiga.
- **Ohutusvahendid ja -lahendused:** väga olulised on näiteks tulekustutid, esmaabikomplektid ja selgelt tähistatud ohutusalad.

Kui tehnilised võimalused on piiratud võiks kool kaaluma lihttehnoloogilisi või mobiilseid lahendusi, mis vähendavad neid nõudeid, kuid võimaldavad siiski tähenduslikke maker-tegevusi.

Võimsamate seadmete lisamisel tuleb arvestada uute nõuetega. Sellised seadmed on näiteks lauapealne CNC-pink või vaakumvormimismasin. Eriti tähtis on müra. Need masinad võivad kõrvalasuvaid klasse häirida. Seepärast valige asukoht hoolikalt või kasutage masinaid ajal, mil müra tunde ei sega.



KOKKUVÕTE

Mida ruumi valimisel otsida

Hea nähtavus ühest õpetaja asukohast, kaks väljapääsu, toimiv ventilatsioonitee ja vähemalt üks sein turvaliseks hoiustamiseks. Need neli asja on ruutmeetritest olulisemad.

4.2 Ruumi paigutus ja tööalad

Pärast ruumi valimist tuleb läbi mõelda selle paigutus ja tööalad. Hea MakerSpace'i väärtus ei sõltu eelkõige suurusest. Tähtis on, et ruumikorraldus toetaks selgelt eri tegevusi. Jagage ruum

kindla otstarbega aladeks. See aitab hoida töö ohutu ja sujuvana ning teeb õpilastele selgeks, kus midagi tehakse.

Jäiga eraldamise asemel peaksid tsoonid olema **selgelt määratletud, kuid** paindlikud, et ruumi saaks kohandada eri projektide ja rühmasuurustega.

Tööalad: digitaalne valmistamine, elektroonika ja käsitöö

Töökohad on **MakerSpace'i põhilised** funktsionaalsed alad, kus toimub praktiline tegevus. Ruumi ulatusest sõltuvalt võib seal olla eri tüüpi töökohti:

- Käsitöö- ja prototüüpimisala on mõeldud papi, puidu, tekstiili ja taaskasutatud materjalidega töötamiseks. Tavaliselt on see ruumi kõige paindlikum ja sagedamini kasutatav ala. Suured või kokku lükatavad lauad annavad piisavalt pinda materjalide paigutamiseks, kokkupanekuks ja rühmatööks. Lisage tahvel, seinale kinnitatud paberirull või muu pind, millele saab visandada ja ideid üles märkida. Kavandamine on siin sama tähtis kui valmistamine.
- **Digitaalse valmistamise** ala: seal asuvad 3D-printerid või väiksemad CNC- ja laserseadmed (kui need on olemas). Paigutamisel tuleb arvestada **ventilatsiooni, ohutuse ja järelevalvega**.
- **Elektroonikaala**: varustatud mikrokontrollerite, andurite, sülearvutite ja vooluringide ehitamise põhivahenditega. Vajab korrastatud tööpinna ja ligipääsu elektrile.
- **Programmeerimisala**: varustatud sülearvutitega. Vajab ligipääsu elektrile.

Peamised kujunduspõhimõtted:

- Tagage **stabiilsed ja vastupidavad tööpinnad**.
- Hoidke **eri tüüpi tööriistad selgelt eraldi**, et vältida segamist ja ohutusriske.
- Jätke piisavalt ruumi **individuaalseks ja rühmatööks**.

Ka väikeses ruumis saab funktsioone ühendada, kuid selge korraldus ja märgistus on väga olulineud.

Hoiukohad

Hea hoiustamine aitab MakerSpace'i korras, ohutu ja töökorras hoida. Ilma selleta on materjale raske leida ja hallata. Tööriistad võivad kaduda või katki minna ning palju aega kulub otsimisele. Hoiukohad peavad olema järgmiste asjade jaoks:

- **Tööriistad ja seadmed**: turvaline hoiustamine (näiteks kapid ja lukustatavad üksused) väärtuslike või potentsiaalselt ohtlike tööriistade jaoks.
- **Materjalid ja tarvikud**: hoidke sageli kasutatavaid asju, näiteks pappi, juhtmeid ja komponente, selgelt märgistatud kastides või riulitel.
- **Õpilasprojektid**: jätke pooleliolevatele töödele eraldi koht. Nii saavad õpilased pika projekti jooksul lahendust korduvalt kavandada, katsetada ja parandada.
- **Inventari korraldus**: kategooriateks jagatud ja järjepidevalt märgistatud hoiustamine parandab nähtavust, vähendab kadusid ning muudab ruumi aja jooksul lihtsamini hallatavaks.

Tööriistade ja materjalide nähtavus ei aita ainult korda hoida. See võib innustada õpilasi uusi ideid proovima. Selleks sobivad läbipaistvad karbid, märgistatud riulid, tööriistatahvlid ja nähtavale pandud osad. Kui õpilased näevad materjale, elektroonikaosi, mehhanisme, käsitöötarbeid või pooleli olevaid prototüüpe, hakkavad nad kergemini mõtlema, mida neist võiks teha. Nii võivad tekkida ideed ja seosed, mida üksnes suuline juhend ei tekitaks.



NÕUANDEVÄLI

Tööriistade selge ülesehitusega hoiustamine

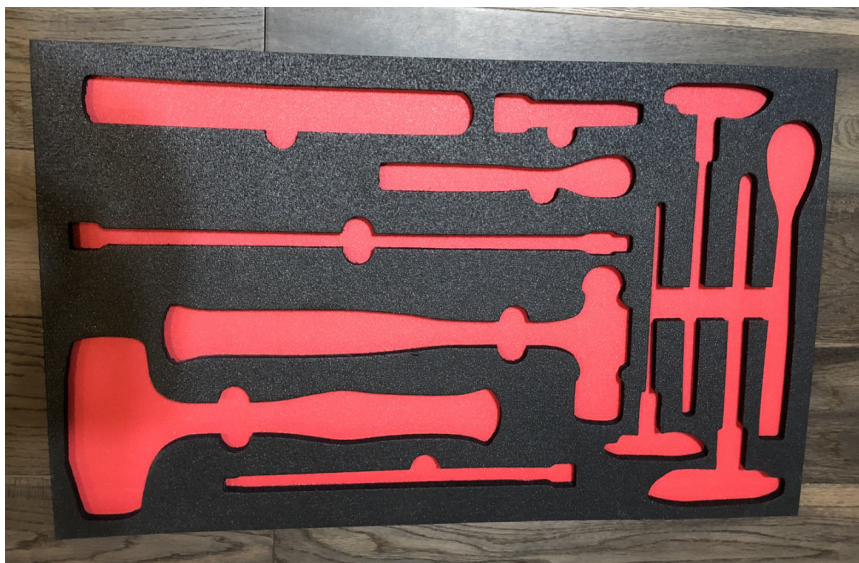
Materjalid ja osad võivad olla avatud ning nähtaval, sest see kutsub õpilasi avastama. Tööriistadele sobib kindlam kord. Väljalõigatud vahtmaterjalist sahtlisisu, näiteks Shadow Foam või Kaizen Foam, annab igale tööriistale oma koha. Kohe on näha, kui midagi puudub, on vales kohas või jäi pärast tundi tagastamata. See on eriti kasulik sarnaste tööriistade puhul, näiteks eri suuruses mutrivõtmete või padrunvõtmete korral. Vahtvooder hoiab sahtli ka puhta ja ei lase sinna koguneda kõrvalistel esemetel. Ühe masina või tegevuse tööriistad saab koondada oma sahtlikomplekti. Nii on lihtsam kontrollida nii tööala kui ka vahendeid.



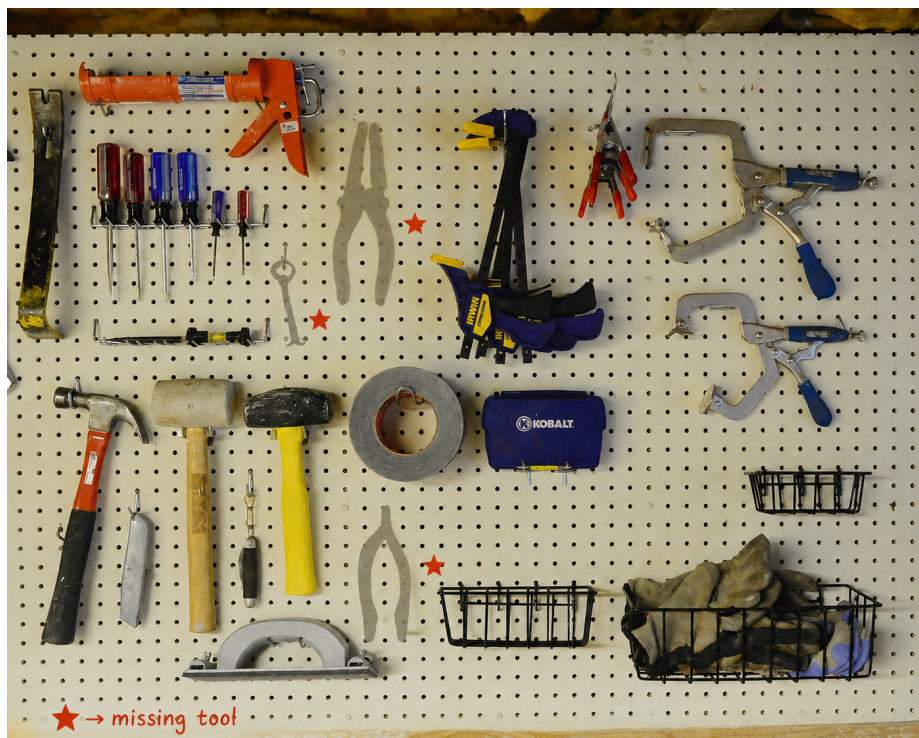
Joonis 4. Tööriistade hoiustamine ja nähtavus. Pilt pärineb väljaandest Vuorikari, R., Ferrari, A. ja Punie, Y. (2019) „Makerspaces for Education and Training“, Joint Research Centre.



Joonis 5. Tööriistade hoiustamine ja nähtavus. Pilt pärineb väljaandest Hughes, J. M. ja Morrison, L. J. (2020) „Innovative Learning Spaces in Making“, *Frontiers in Education*, 5, nr 89.



Joonis 6. Kaizen Foami sahtlisisud (allikas <https://bespoketooltrays.com/gallery.html>)



Joonis 7. Puuduvad tööriistad on tööriistatahveli siluettide järgi kohe märgatavad.

Hästi korraldatud ja visuaalselt huvitav MakerSpace ei ole ainult hoiukoht. See innustab looma, kasvatab vastutustunnet ja toetab aktiivset osalemist. Samuti muudab see töö sujuvamaks, aitab õpilastel iseseisvamalt tegutseda ning õpetab vahendeid hoolikalt kasutama.



KOKKUVÕTE

Tööriistade nähtavus = „kutse looma“

Nähtavad materjalid innustavad avastama ja vähendavad osalemisbarjääri, aidates õpilastel ette kujutada võimalusi ning leida oma ideid toetavaid vahendeid.

Koostööalad

Koostööalal õpilased kavandavad, arutavad, mõtlevad oma töö üle ja jagavad tulemusi. Seal võivad olla lauad või vaba pind rühmatöök, tahvlid ideede kogumiseks ja kavandamiseks ning koht tööde esitlemiseks. Mööblit peab saama ümber paigutada. Õpetajal peab olema hea ülevaade ning õpilastel peab olema lihtne liikuda kavandamisest valmistamise juurde.

Koostööalad rõhutavad, et maker-tegevus ei ole ainult tehniline tegevus, vaid ka ühine ja suhtluspõhine protsess.

Kogu ruumi kujundamise põhimõtted

- **Ohutus ja liikumine:** tagage tsoonide vahel ohutu liikumine ning vältige ülerahvastatust.
- **Nähtavus ja järelevalve:** hoidke tõhusaks jälgimiseks selged vaatekoridorid.

- **Paindlikkus:** kasutage mooduleid ja liigutatavaid elemente, et ruumi muutuvate vajadustega kohandada.
- **Selgus:** määratlege tsoonid selgelt paigutuse, mööbli või visuaalsete vihjete abil (sildid, värvid ja tähistus).



NÕUANDEVÄLI

Märkige tsoonid maalriteibiga

Enne mööbli ostmist märkige tsoonid põrandale värvilise maalriteibiga. Võimaluse korral katsetage õpilastega sellist näidispaigutust ühe sessiooni või töötoa jooksul. Nii leiate kitsaskohad ilma kulutusteta.

4.3 Mööbel ja ergonoomika

MakerSpace'i mööbel peab olema ohutu, mugav ja sobima pikemaks praktiliseks tööks. MakerSpace'is kavandatakse, ehitatakse, pannakse asju kokku, programmeeritakse ja meisterdatakse. Seepärast ei piisa alati tavalisest klassimööblist. Vaja on paindlikke ja vastupidavaid lahendusi, mis sobivad eri töödeks ning erinevas vanuses õpilastele.

Hästi kujundatud mööbel ei suurenda üksnes füüsilist mugavust, vaid **parandab ka töövoo tõhusust, ohutust ja** kaasavust ning mõjutab otseselt õpikogemuse kvaliteeti.

Mida mööbel peab võimaldama

- **Töölauad ja -pinnad:** tugevad, kulumiskindlad, koostööks piisavalt suured ning võimaldavad mahutada tööriistu, materjale ja seadmeid ilma ülekoormuseta.
- **Istmed:** kasutage eri tüüpi istmeid, näiteks toole ja taburette. Nii saab valida sobiva lahenduse nii lühikese ülesande kui ka pikema töö jaoks. Mõne aktiivse tegevuse puhul on mugavam töötada püsti.
- **Liigutatavus ja modulaarsus:** hõlpsasti liigutatav või ümber paigutatav mööbel (näiteks ratastel lauad ja moodulüksused) võimaldab ruumi eri tegevuste ning rühmasuurustega kohandada.
- **Erimööbel (vajaduse korral):** sisseehitatud elektrivarustusega elektroonikalauad, hoiustamisega töökohad või disaini ja programmeerimise arvutitöökohad.
- **Paigutus ja ideede kavandamise pinnad:** kasutage suuri või omavahel ühendatavaid laudu. Eriti praktilised on ratastel lauad. Neil saab materjale laiali panna, kavandada ja rühmas töötada. Töökohtade lähedal peaks olema tahvel või paberirulli hoidja. Nii saab ideid kohe visandada ja teistele selgitada. Need lihtsad vahendid ununevad sageli, kuigi neid kasutatakse palju.

Eesmärk on luua **mitmekülgne keskkond**, mis toetab paljusid maker-tegevusi ilma pideva ümberkorraldamiseta.



NÕUANDEVÄLI

Tööpinna taastamine

Viimistlemata puidust lauaplaat on soodne ja lihtsasti hooldatav. Värv, liimi või muu aja jooksul kogunenud kihi saab maha lihvida või kraapida. Seejärel on tööpind jälle kasutatav ning seda ei pea välja vahetama.

Mugav ja ohutu tööasend

Ergonoomika keskendub keskkonna sobitamisele kasutajatega, kelleks on eri vanuses ja füüsiliste omadustega õpilased. Kehv ergonoomiline disain võib põhjustada ebamugavust, vähendada keskendumist ja tekitada isegi ohutusriske.

- **Sobiv kõrgus ja proportsioonid:** lauad ja istmed peavad vastama vanuserühmale; eri vanuses kasutajatele mõeldud ruumis on ideaalne reguleeritav mööbel.
- **Kehahoiak ja mugavus:** istmed peaksid toetama õiget kehahoiakut programmeerimise või täpse kokkupanekutöö ajal; püsti töötamise võimalus võib vähendada väsimust.
- **Ulatus ja ligipääsetavus:** tööriistad ning materjalid tuleb paigutada hõlpsasti käreulatusse, et vähendada tarbetut liikumist ja õnnetuste ohtu.
- **Valgustus:** piisav ja ühtlaselt jaotunud valgus on täppistööks ning silmade koormuse vähendamiseks väga oluline.
- **Müra juhtimine:** arvestage tööriistade ja rühmatöö tekitatud müraga; pehmed materjalid, tsoonid ja sobiv paigutus aitavad liigset müra vähendada.

Ohutus ja vastupidavus

- **Stabiilsed ja turvalised konstruktsioonid:** lauad ja hoiustamisüksused peavad olema stabiilsed, et vältida ümberminekut, eriti tööriistade või seadmete kasutamisel.

Paljudel riulitel ja kappidel on juba ostes kaasas kinnitused, mis takistavad ümberminekut. Kontrollige siiski alati, et mööbel oleks seina või põranda külge kindlalt kinnitatud. Ratastega töölaudadel peavad olema lukustatavad rattad või pidurid. Nii saab lauda vajaduse korral liigutada, kuid töö ajal püsib see kindlalt paigal.

- **Vastupidavad materjalid:** pinnad peavad taluma löikamist, kuumust, vedelike sattumist ja sagedasest kasutusest tingitud üldist kulumist.
- **Ümardatud servad ja ohutu viimistlus:** vigastuste riski vähendamiseks tuleb vältida teravaid servi.
- **Seos ohutusjuhistega:** mööbli paigutus peab tagama töökohtade vahel ohutu vahemaa ning selged liikumis- ja evakuatsiooniteed.

Kaasavus ja ligipääsetavus

Hästi kujundatud MakerSpace peab olema kaasav ja võimaldama kõigil õpilastel täiel määral osaleda:

- Valige eri kõrgusega või reguleeritav mööbel, et seda saaksid kasutada erinevad inimesed. Käsitsi reguleeritav laud on sageli praktilisem kui elektriline. See maksab vähem, kaalub vähem, vajab vähem hooldust ega võta tööriistadele vajalikku pistikupesa.
- Piisavalt liikumisruumi (näiteks ratastooliga ligipääsuks).
- Paindlikud paigutused, mis toetavad erinevaid õppimiseelistusi ja vajadusi.
- Mära: laserlõikur, CNC-frees ja mõni elektritööriist võivad olla väga valjud. See võib häirida või ärevaks teha õpilasi, kes on tugeva heli suhtes tundlikud. Paigutage mürarikkad masinad võimaluse korral eraldi alale. Kasutage neid kindlatel aegadel, mitte kogu tunni jooksul.



KOKKUVÕTE

Mööbel annab teile aega juurde

Tugevad liigutatavad lauad on sageli parem ost kui üks keerukas seade. Ratastel laudu saab iga tegevuse jaoks ümber paigutada. Seade, mida keegi kasutada ei oska, jääb aga seisma.

4.4 Elekter, internet ja ventilatsioon

MakerSpace vajab ohutuks ja töökindlaks kasutamiseks elektrit, interneti ja ventilatsiooni. Vajadused sõltuvad sellest, kas tegemist on lihtsa maker-nurga või täieliku laboriga. Mõned põhitingimused on siiski alati vajalikud. Mõelge need läbi enne seadmete ostmist. Nii väldite töökatkestusi, ohte ja kalleid hilisemaid ümberehitusi. Selles osas käsitleme elektrivarustust, internetiühendust ja ventilatsiooni.

Elektrivarustus

Usaldusväärne ja hästi jaotatud elektrivarustus on maker-tegevustes kasutatavate tööriistade, seadmete ja digivahendite toimimise alus.

- **Piisav arv pistikupesi:** töökohtadel peab olema hõlbus ligipääs elektrile ilma liigse pikendusjuhtmete kasutamiseta. See vähendab segadust ja ohutusriske.
- **Koormustaluvus ja jaotus:** elektrisüsteem peab võimaldama kasutada korraga mitut seadet (näiteks sülearvuteid, 3D-printereid ja jootekolbe). Koormustaluvuse hindamiseks võib olla vaja tehnilise töötaja nõu.
- **Ohutu kaablihaldus:** kaablid tuleb korrastada ja kinnitada, et vältida komistamist ning seadmete kahjustumist. Lahendused on näiteks kaablirennid, põrandakatted või lauda integreeritud pistikupesad.
- **Liigpingekaitse ja ohutusseadmed:** liigpingekaitsmed ning kaitselülitid aitavad seadmeid ja kasutajaid elektririkete eest kaitsta.
- **Elektrivarustuse tsoonid:** eri tsoonidel (näiteks elektroonika ja valmistamise ala) võivad olla erinevad elektrivajadused, mida tuleb vastavalt kavandada.



HOIATUS

Ärge ühendage pikendusjuhtmeid kunagi üksteise otsa. See on levinud harjumus ja tõsine tuleoht. Kui pistikupesi ei jätku, on lahendus rohkem pistikupesi, mitte omavahel aheldatud pikendusjuhtmeid.



NÕUANDEVÄLI

Võimsate masinate eraldi vooluringid

Suure elektritarbega seade, näiteks suurem laserlõikur, peaks võimaluse korral olema omaette vooluringis. Nii ei kahjusta teise samasse vooluringi ühendatud seadme rike masinat. Seda on alguses lihtne unustada, kuid hiljem võib parandamine olla kallid.

Lihttehnoloogilises keskkonnas võivad piisata lihtsamad lahendused, näiteks piiratud arv ühiseid pistikupesi, kuid ohutuse ja töökindluse arvelt ei **tohi järeleandmisi teha ühegi eelarve ega ruumitaseme puhul.**

Internetiühendus

Internetiühendus võimaldab paljusid maker-tegevusi, eriti programmeerimist, digidisaini, uurimist ja koostööd.

- **Usaldusväärne Wi-Fi:** ühendus peab olema stabiilne ja piisavalt kiire, et seda saaks korraga kasutada mitu inimest. See on eriti tähtis pilveteenuste kasutamisel. Soovitav on ruuter, mis toetab nii 2,4 GHz kui ka 5 GHz sagedust. Mõni 3D-printer ja laserlõikur töötab ainult 2,4 GHz võrgus.
- **MakerSpace'i eraldi võrk:** võimaluse korral tehke ruumile eraldi Wi-Fi-võrk või VLAN. Nii on interneti kasutavaid seadmeid lihtsam hallata. Samuti saab need kooli põhivõrgust eraldada ning vähendada turva- ja ühendusprobleeme.
- **Püsiseadmetele juhtmega ühendus:** püsivate või poolpüsivate masinate puhul on Etherneti-ühendus üldjuhul usaldusväärsem kui Wi-Fi ning vähendab traadita võrgu koormust.
- **Ligipääs digivahenditele ja -platvormidele:** ühendus võimaldab kasutada veebipõhiseid programmeerimiskeskondi, disainitarkvara, juhendeid ja koostöövahendeid.
- **Seadmete sidumine:** tagage kooli seadmete ja võrgu ühilduvus, sealhulgas sobivad ligipääsuõigused ning turvaseaded.
- **Võrguühenduseta alternatiivid:** piiratud ühendusega keskkonnas kavandage võrguühenduseta tööriistad ja materjalid (näiteks kohapeale paigaldatud tarkvara ning allalaaditav sisu).

- **Digiohutus ja eeskirjad:** internetikasutus peab vastama kooli ohutu ja vastutustundliku kasutuse eeskirjadele.

Usaldusväärne ühendus suurendab MakerSpace'i võimet toetada tehnoloogiaga rikastatud õpikogemusi, kuid võrku tuleb kavandada varakult, eelistatavalt enne seadmete ostmist või paigaldamist, ning alati pedagoogiliste vajaduste järgi.

Ventilatsioon ja õhukvaliteet

Ventilatsioon on MakerSpace'i kujunduse kriitiline, kuid sageli alahinnatud osa, eriti kui tegevustes kasutatakse auru, kuumust või tolmu tekitavaid **materjale ja tööriistu**.

- **Loomulik ventilatsioon:** avatud akendest ja loomulikust õhuvoolest võib piisata käsitööks ning lihtsaks elektroonikatööks. Õhk peab siiski piisavalt vahetuma. Lisage akende sulgemine ruumi lõpetamise kontrollnimekirja. Kiire päeva lõpus on avatud akent lihtne unustada ja see võib tekitada turvariski.
- **Mehaaniline ventilatsioon (vajaduse korral):** edasijõudnud seadmed, näiteks 3D-printerid ja laserlõikurid, võivad ohutu õhukvaliteedi tagamiseks vajada eraldi ventilatsiooni- või õhufiltreerimissüsteemi.
- **Materjaliteadlikkus:** terviseriskide vähendamiseks peab materjalide valik (näiteks teatud plastid ja liimid) vastama ruumi ventilatsiooni võimalustele.
- **Temperatuuri** reguleerimine: mugava temperatuuri hoidmine on oluline nii kasutajate heaolu kui ka seadmete töökindluse jaoks.
- **Ohutusnõuete** järgimine: ventilatsioon peab vastama koolikeskkonnale kohalduvatele tervise- ja ohutusjuhiste.

Väiksema vahendiga keskkonnas võib vähese heitega tööriistade ja materjalide eelistamine vähendada vajadust keerukate ventilatsioonisüsteemide järele.



NÕUANDEVÄLI

Soodne õhukvaliteedi monitor on väärt täiendus igas keskkonnas. See väike investeering annab nii töötajatele kui ka õpilastele kindluse, et ruumis on ohutu töötada.



Joonis 8. 3D-printimise ja ventilatsiooni tähtsus. Pilt pärineb veebilehelt <https://3dprintingcanada.com/blogs/news/the-importance-of-ventilation-and-your-3d-printing-workspace?srltid=AfmBOoplB8YVynlRXJvcmeklkCQDThb4ljboMZfm8QljfkulJctREFa>



HOIATUS

Ventilatsioon ja digitaalne valmistamine

Piisav ventilatsioon on MakerSpace'i üks olulisemaid ja sagedamini alahinnatud tehniline baasnõudeid. Vajaduse ulatus sõltub märkimisväärselt kasutatavatest seadmetest.

Tavalise filamentpõhise FDM-3D-printeri puhul võib lühikese printimise jaoks piisata suletud printerist avatud akna lähedal. Pikk printimine ilma järelevalveta suletud või halvasti õhutatud ruumis on teine olukord. Seda ärge lubage enne, kui olete ventilatsiooni piisavuses kindel.

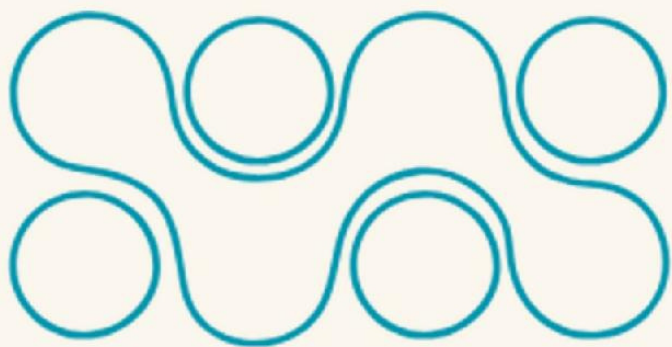
Laserlõikur vajab eraldi läbimõeldud ventilatsiooni. Töötamisel tekivad aurud ja peenosakesed. Kasutage seadet alati aktiivse väljatõmbega. Selleks sobib eraldi väljatõmbeseade või ühendus, mis juhib õhu otse välja.

Kui ruumi lisatakse edasijõudnumaid digitaalse valmistamise seadmeid, muutuvad ventilatsiooninõuded nii täpsemaks kui ka mõjusamaks. Vaigupõhised 3D-printerid toovad kaasa kaks FDM-printeritest erinevat probleemi:

- Vaiguprinti pesemine vajab oma ventileeritavat tööala. Printeri juures olevast ühest õhutatavast kohast ei piisa. Ka puhastusjaamal peab olema eraldi ventilatsioon. Saadaval on üha rohkem taimseid ja vees lahustuvaid vaike. Mõne puhul ei ole IPA-ga pesemist vaja. See muudab ventilatsiooni ja jäätmete käitlemise lihtsamaks. Kui sellise vaigu omadused sobivad teie tööks, kaaluge selle kasutamist.

- Vaigujäätmed, tugimaterjal ja vaiguga saastunud IPA vajavad hoolikat käitlemist. Toiming ise ei ole keeruline. Kõvendage vaigujäätmed ja tuge UV-valgusega täielikult enne tavaprügi hulka panemist. IPA-d saab tootja juhiste järgi filtreerida ja uuesti kasutada. Enne vaiguprinteri ostmist kontrollige kohalikke jäätmekäitluse nõudeid. Seda tuleb teha üks kord enne seadme soetamist.

Ventilatsiooni eest tuleb hoolitseda pidevalt. Suletud 3D-printeri ja laserlõikuri väljatõmbesüsteemi filter kulub. Paigaldamisel ohutu süsteem ei pruugi mõne kuu pärast enam piisavalt töötada. Puhastage või vahetage filtreid tootja määratud ajal. Lisage see MakerSpace'i regulaarse seadmekontrolli hulka.



**SEADMED,
TÖÖRIISTAD JA
MATERJALID**

5. Seadmed, tööriistad ja materjalid

Õige seade on see, mida teie õpilased päriselt kasutavad. See peatükk aitab luua tasakaalustatud tööriistavaliku papist mikrokontrolleriteni ja seda raiskamata edasi arendada.

5.1 Peamised seadmete ja vahendite rühmad

Seadmete, tööriistade ja materjalide valik on MakerSpace'i loomisel tähtis. Eesmärk ei ole osta kõige uuemat tehnoloogiat. Valige vahendid selle järgi, mida õpilased peavad õppima, kui vanad nad on ja milliseid tegevusi kavandate. Heas MakerSpace'is on nii lihtsaid kui ka tehnilisemaid vahendeid. Nii saab teha eri tüüpi loovaid ja tehnilisi projekte.

Käsitöö- ja prototüüpimisvahendid

Käsitöö- ja prototüüpimisvahendid on iga MakerSpace'i alus. Need on eriti tähtsad alustamisel ja nooremate õpilastega töötamisel. Nende abil saab ideid kiiresti proovida ja praktiliselt uurida. Selleks ei ole vaja keerukaid tehnilisi oskusi.

Mida võiks vaja minna

- Põhilised käsitööriistad (käärid, lõikurid, kruvikeerajad ja tangid).
- Käsitöömaterjalid (papp, paber, puit, tekstiil ja taaskasutatud esemed).
- Kinnitusvahendid (liimipüstolid, sealhulgas kahe temperatuuriga mudelid, teip ja kinnitid).
- Modelleerimismaterjalid (savi ja ehituskomplektid, näiteks LEGO klotsid, millega saab kiiresti kujundeid visandada, ideid kolmemõõtmeliselt prototüüpida või enne lõpliku lahenduse valimist lihtsaid toimivaid rakiseid ehitada).
- Mõõtmis- ja märkimisvahendid (joonlauad, sirkel, digitaalne nihik ning mõõdulindid meetermõõdustikus ja tollides).

Mida õpilased sellest õpivad

- Soodustab loovust ja katsetamist.
- Toetab varase etapi prototüüpimist ja disainmõtlemist.
- Sobib kõigile vanuserühmadele ja on soodne hooldada.

See kategooria on väga oluline igas MakerSpace'is, olenemata selle suurusest, sest võimaldab kiiresti katsetada ja ideid käegakatsutavas vormis väljendada.

Elektroonika (mikrokontrollerid, andurid)

Elektroonika tutvustab õpilastele **interaktiivseid ja programmeeritavaid** süsteeme ning võimaldab luua projekte, mis reageerivad sisenditele ja juhivad väljundeid.

Mida võiks vaja minna

- Mikrokontrollerid (näiteks Arduino ja micro:bit).
- Andurid (temperatuur, valgus, liikumine ja kaugus).
- Täituriid (LED-id, mootorid ja summerid).
- Maketeerimislauad ja juhtmekomponendid.

Mida õpilased sellest õpivad

- Arendab algoritmilist mõtlemist ja programmeerimise põhioskusi.
- Ühendab füüsilise ja digitaalse loomise.
- Võimaldab seotud projekte (näiteks teaduskatsed ja nutiseadmed).

Elektroonikat saab tutvustada järk-järgult, alustades lihtsatest „ühenda ja kasuta“ süsteemidest ning liikudes keerukama vooluringidisaini poole.

Robootika

Robootika ühendab mehaanilise ehitamise, elektroonika ja programmeerimise ning on seepärast seotud STEM-õppe võimas valdkond.

Mida võiks vaja minna

- Mootorid, kontrollid, andurid ja konstruktsiooniosad isetehtud robotite valmistamiseks.
- Haridusrobotoote komplektid (robotite ehitamise moodulsüsteemid).
- Programmeerimisliidesed (plokk- või tekstipõhised).

Mida õpilased sellest õpivad

- Arendab probleemilahendust ja süsteemset mõtlemist.
- Toetab meeskonnatööd ning lahenduse korduvat kavandamist, katsetamist ja parandamist.
- Pakub kaasahaaravaid ja eesmärgipäraseid ülesandeid (näiteks navigeerimisülesanded ja võistlused).

Robootika on eriti tõhus selge ülesehitusega õppetegevustes ja õppekavavälistes programmides, kus õpilased saavad lahendada järk-järgult keerukamaid ülesandeid.

Digitaalne valmistamine (3D-printerid, laserlõikurid)

Digitaalse valmistamise vahendid võimaldavad õpilastel digimudelite põhjal füüsilisi esemeid kavandada ja toota, ühendades loovuse inseneeria- ning disainiprotsessidega.

Mida võiks vaja minna

- 3D-printerid.
- Laserlõikurid ja -graveerijad (kui tehtav).
- Vinüüllõikurid.
- Raalprojekteerimise tarkvara (CAD).
- Materjalid, näiteks filament, puit või akrüül.

Mida õpilased sellest õpivad

- Tutvustab õpilastele digidisaini ja tootmisprotsesse.
- Toetab täpsust ja keerukate prototüüpide loomist.
- Toetab lahenduse korduvat kavandamist, katsetamist ja parandamist ning probleemide lahendamist.

Kulude, ohutuse ja tehniliste nõuete tõttu leidub digitaalse valmistamise vahendeid sagedamini edasijõudnud või hästi varustatud MakerSpace'ides, kuid algtaseme lahendused muutuvad üha kättesaadavamaks.

Seadmekategooriate tasakaalustamine

Hea MakerSpace ühendab eri tüüpi vahendeid. Käsitöövahenditega saab kiiresti prototüüpe teha. Elektroonika ja robotika lisavad liikumise ning reageerimise. Digitaalne valmistamine aitab teha täpsemaid ja keerukamaid lahendusi. Eelistage vahendeid, mida saab kasutada mitmel viisil ja mida õpilased päriselt kasutavad. Ka väike, kuid läbimõeldud valik võib hea õpetamise korral pakkuda väga häid õpikogemusi.

5.2 Stardikomplekt väikese eelarvega MakerSpace'ile

Paljud koolid alustavad väikese eelarvega. See on tavaline nii MakerSpace'i loomise alguses kui ka piloodi ajal. Stardikomplekt aitab koguda kõige vajalikumad tööriistad ja materjalid ühte hallatavasse komplekti. Seda saab kohe kasutada ning see võimaldab teha sisukaid maker-tegevusi ilma suure algkuluta.

Väike eelarve ei pea MakerSpace'i piirama. See annab võimaluse keskenduda kallite seadmete asemel loovusele, leidlikkusele ja õppimisele. Hästi koostatud stardikomplektiga saab teha palju erinevaid tegevusi. Hiljem saab komplekti vajaduse järgi täiendada.

Stardikomplekti koostamise põhimõtted

- **Taskukohasus:** kasutage odavaid ja laialt kättesaadavaid materjale ning tööriistu.
- **Mitmekülgsus:** komplektid peavad toetama mitut õppeainet ja tegevustüüpi.
- **Kasutuslihtsus:** õpetajad ja õpilased peavad saama tööriistu ning komponente kasutada vähese eelneva kogemusega.
- **Laiendatavus:** komplekti peab saama aja jooksul järk-järgult edasijõudnud komponentidega täiendada.
- **Ohutus:** eelistage ohutuid ja vanusele sobivaid tööriistu ning materjale.

Stardikomplektid tuleb kujundada klassiruumis **kasutamiseks**, nii et neid oleks lihtne jagada, hoiustada ja korduvalt kasutada.

Väikese eelarvega stardikomplekti põhiosad

1) Käsitöö- ja prototüüpimiskomplekt

See on kõige vajalikum ja kulutõhusam komplekt ning moodustab iga MakerSpace'i selgroo.

- Tüüpiline sisu: papp, paber ja taaskasutatud materjalid; käärid, vanusele sobivad lõikurid ja joonlauad; liim (liimipulk ja vajaduse korral kuumliim), teip; nõör, kummipaelad ja lihtsad kinnitid.
- Kasutusviisid: mudelite ehitamine ja disainiülesanded; lihtsad inseneeriaprojektid; loov lugude jutustamine ning kunstipõhine loomine.

2) Elektroonika põhikomplekt

See komplekt tutvustab **õpilastele elektri ja vooluringide põhimõisteid**.

- Tüüpiline sisu: patareid ja patareihoidikud; LED-id, takistid ja summerid; maketeerimislaudad või lihtsad ühendused; juhtmed ja lülitid.
- Kasutusviisid: lihtsate voluringide ehitamine; põhjuse-tagajärje seoste uurimine; sissejuhatavad STEM-tegevused.

Soodsad alternatiivid, näiteks pabervooluringid või kokku klõpsatavad komplektid, võivad keerukust ja kulu veelgi vähendada.

3) Sissejuhatav mikrokontrollerikomplekt (valikuline täiendus)

Programmeerimisega edasi liikuda sooviv kool võib lisada algtaseme mikrokontrollerikomplekti.

- Tüüpiline sisu: algajasõbralik mikrokontroller (näiteks micro:bit või Arduino); USB-kaablid ja lihtsad andurid; eelhäälestatud näidisprojektid.
- Kasutusviisid: lihtsad programmeerimistegevused; interaktiivsed projektid (näiteks valgusandurid ja alarmid).

Kulude vähendamiseks saab komplekti kasutusele võtta järk-järgult ja rühmade vahel jagada.

4) Korduskasutatava klassikomplekti ülesehitus

Kasutatavuse ja püsivuse tagamiseks tuleb stardikomplektid korraldada kaasaskantavateks ning korduskasutatavateks üksusteks.

- Hoidke materjale märgistatud kastides või anumates.
- Valmistage komplektid ette rühmade kaupa (näiteks 3-5 õpilasele).
- Lisage põhijuhised või tegevuskaardid.
- Kujundage jagamise, tagastamise ja täiendamise rutiinid.

Kuidas komplekti kasutada

- **Klassipõhised** komplektid: igal klassil on oma materjalikomplekt.
- **Ühiskomplektid**: komplekte hoitakse keskselt ja õpetajad broneerivad need.
- **Mobiilsed** komplektid: komplektid paigutatakse kärudele ja liigutatakse ruumide vahel.

Mida väikese eelarvega komplekt õpetab

Lihtne stardikomplekt võib toetada disainmõtlemist, korduvat katsetamist ja parandamist, koostööd, probleemide lahendamist ning loovust. Kõige tähtsam on see, et õpilased keskenduvad tööriistade asemel ideele ja lahendusele. See on maker-hariduse üks põhimõtteid.



KOKKUVÕTE

Katsetage komplektide, mitte laboriga

Viis hästi koostatud rühmakomplekti annavad rohkem kasulikku kogemust kui üks suur ost. Alustage komplektidest. Vaadake nende kasutamise põhjal, mida on tegelikult järgmisena vaja.

5.3 Kuidas seadmevalikut hiljem laiendada

Kui koolil on esimestest tegevustest kogemus ja selgem pilt nende mõjust, võib seadmevalikut laiendada. Tehke seda vajaduse järgi ja sammhaaval. Uus seade peab toetama juba toimivat õpetamist, mitte olema eesmärk omaette. Põhjalikumad tööriistad võimaldavad teha rohkem ja keerukamaid projekte ning süveneda inseneeriasse, disaini ja digitaalsesse valmistamisse.

Edasiarendamine ei tähenda, et ruumist peab saama kõrgtehnoloogiline labor. Lisage uusi võimalusi sammhaaval. Arvestage õppekava eesmärke, õpetajate teadmisi ja kooli tegelikke võimalusi.

Laiendamise põhimõtted

- **Tõendatud vajadus:** seade peab vastama selgelt kindlaks tehtud õpivajadusele või projekti nõudele.
- **Õpetajate valmisolek:** töötajatel peab olema piisav kindlustunne ja koolitus, et uusi tööriistu tõhusalt õpetamisse siduda.
- **Püsivus:** arvestage hoolduse, materjalide, tarvikute ja pikaajalise kasutamisega.
- **Kasutuspotentsiaal:** seadmeid tuleb alakasutuse vältimiseks regulaarselt rakendada eri õppeainetes või tegevustes.
- **Ohutuse ja tehniline baas sobivus:** tagage, et füüsiline ruum vastab seadme tehnilistele ning ohutusnõuetele.

Täiustatud digitaalse valmistamise vahendid

- Kvaliteetsemad 3D-printerid, mis võimaldavad kasutada mitut või edasijõudnud materjali (näiteks paindlikke filamente ja insenertehnilisi materjale) ning valmistada keerukamaid ja vastupidavamaid esemeid.
- Laserlõikurid ja -graveerijad puidu, akrüüli ning muude materjalidega töötamiseks.
- Väikesed CNC-seadmed materjali eemaldava tootmise jaoks.
- Täiustatud CAD/CAM-tarkvara disaini- ja tootmistöövoogude jaoks.

Hariduslik mõju: täpsed ja keerukad prototüübid, kokkupuude päris tootmisprotsessidega ning disaini, inseneeriat ja matemaatikat ühendavad eri valdkondi ühendavad projektid.

Lisa 5 kirjeldab kesktaseme lahendust koolile, kes soovib stardikomplektist edasi liikuda. Lahenduses on väike laserlõikur, vinüllõikur ja 3D-printer ning nende hinnanguline eelarve. Seda jaotust saab kasutada toetuse või koolisisese rahastuse taotluses. Kulud tasub läbi mõelda juba enne rahastusvõimaluse leidmist. Selge ja detailne eelarve muudab taotluse tugevamaks.

Lisa 5 lahendus on moodulitena üles ehitatud. Kool ei pea kõiki kolme seadet korraga ostma. Näiteks võib alustada 3D-printerist ja lisada laserlõikuri järgmises rahastusvoorus. Kirjeldage sellist sammhaaval arengut ka rahastustaotluses.

Täiustatud elektroonika- ja IoT-süsteemid

- Laiendatud andurikomplektid (keskkonna-, biomeetrilised ja liikumisandurid).
- Traadita side moodulid (Wi-Fi ja Bluetooth).
- Asjade interneti (IoT) platvormid.
- Andmelogimise ja visualiseerimise vahendid.

Hariduslik mõju: andmepõhine uurimine, päriselu rakendused, nutikeskkonnad, seiresüsteemid ja automatiseerimine ning füüsilise programmeerimise ja digitehnoloogia seoste tugevdamine.

Täiustatud robotikaplatvormid

- Programmeeritavad ja moodulitena laiendatavad robotikaplatvormid.
- Robotkäed või automatiseeritud süsteemid.
- Võistlustaseme robotikakomplektid.
- Tehisintellekti või masinõppe sidumine (edasijõudnud tasemel).

Hariduslik mõju: süsteemne mõtlemine ja inseneridisain, meeskonnatöö ja pikaajaliste projektide arendamine ning tee võistlustele ja päriselu probleemide lahendamisele.

Eriseadmed ja -tööriistad

- Jootmisjaamad elektroonikatöös.
- Õmblusmasinad või tekstiilitööriistad kantava tehnoloogia projektideks, sealhulgas kuumpressid kujutiste ja disainide kangale kandmiseks.
- Vinüüllõikurid või plotterid disaini ja kohandamise jaoks.
- Puidutöö põhivahendid (koos sobivate ohutusmeetmetega).

Hariduslik mõju: suurem materjali- ja ainevaldkondade valik ning loovad ja eri valdkondi ühendavad rakendused (näiteks e-tekstiil ja tootedisain).

Mida arvestada, kui lisate seadmeid

- **Koolitus ja pädevuse kinnitamine:** enne keerukate tööriistade kasutamist peavad õpetajad ja vajaduse korral õpilased saama koolituse.
- **Ohutusjuhised:** selged reeglid ja järelevalve, eriti suurema riskiga seadmete puhul.
- **Hooldus ja tehniline tugi:** kavandage remont, kalibreerimine ja tarkvarauuendused.
- **Ajastamine ja juurdepääsu haldamine:** väärtuslik seade võib vajada kontrollitud juurdepääsu ning broneerimissüsteemi.

5.4 Kuidas vahendeid osta

Vahendite ostmine mõjutab nii MakerSpace'i algust kui ka selle püsimist. Küsimus ei ole ainult seadmete ostus. Läbi tuleb mõelda, kust vahendid saadakse, mille järgi neid valitakse ja kuidas neid hiljem hooldatakse. Hea ostuplaan aitab kasutada raha mõistlikult ning valida õppimiseks sobivad ja pika kasutusajaga vahendid. Samuti aitab see vältida tarbetult keerukaid seadmeid, sõltuvust ühest müüjast ja asju, mida keegi ei kasuta.

Kuidas osta mõistliku hinnaga

- **Eelistage väga olulineku edasijõudnud seadmetele:** alustage põhitööriistadest, mis toetavad kõige tavalisemaid ja mitmekülgsemaid tegevusi.
- **Tarnijate võrdlev hindamine:** võtke mitu pakkumist ning võrrelge garantiid ja tugiteenuseid, varuosade kättesaadavust ning sobivust olemasolevate tööriistadega.
- **Haridussoodustused ja komplektpakkumised:** paljud tarnijad pakuvad koolidele soodushinnaga pakette.
- **Etapiviisiline ostmine:** jagage ostud pikema aja peale. Nii saate seadmeid katsetada, valikut tegeliku kasutuse järgi muuta ja eelarvet paremini juhtida.

- **Ühisostud:** sama piirkonna või võrgustiku koolid saavad seadmeid koos osta, kalleid tööriistu jagada ja teadmisi vahetada.
- **Kohalik ostmine ja taaskasutus:** kasutage kohapeal saadaolevaid materjale ning kaaluge olemasolevate seadmete uueks otstarbeks kohandamist.

Kulutõhus ostmine ei tähenda kulude vähendamist iga hinna eest, vaid parima tasakaalu leidmist hinna, kasutatavuse ja haridusliku väärtuse vahel.



NÕUANDEVÄLI

Ostuotsustest

Ärge ostke automaatselt kõige võimsamat või tuntuma nimega seadet. Koolis piisab enamasti töökindlast kesktaseme tööriistast. Õpilased saavad sellega teha sama sisukat tööd ning jõudluse väike erinevus ei õigusta sageli suurt hinnavahet.

Kasulik suunav küsimus on: milline on minimaalne spetsifikatsioon, mis päriselt meie vajadused täidab?

Kool ei pea omama iga võimaliku projekti jaoks vajalikku seadet. Harva ette tuleva või keerukama töö puhul võib olla mõistlikum pöörduda kohaliku ülikooli, kutsekooli või muu partneri poole. Seal võib vajalik seade juba olemas olla. Partneri võimaluse kasutamine ei ole puudus. Nii saate ise osta eelkõige vahendeid, mida ruumis regulaarselt kasutatakse.



KOKKUVÕTE

Soodustus

Küsi alati soodustust. Kes ei küsi, see ei saa!

Avatud lähtekoodiga ja isetegemise lahendused

- **Avatud lähtekoodiga riistvaraplatvormid:** Arduino ja micro:bit pakuvad soodsat sisenemisvõimalust, ulatuslikku veebidokumentatsiooni ning paindlikku kohandamist.
- **Vaba ja avatud lähtekoodiga tarkvara (FOSS):** programmeerimiseks, 3D-disainiks, simulatsiooniks ja andmeanalüüsiks.
- **Isetehtud seadmed ja lahendused:** kool saab ehitada või kokku panna oma tööriistu (näiteks lihtsad prototüüpimisjaamad ja kohandatud hoiustamine).
- **Korduskasutus ja väärindav taaskasutus:** taaskasutatud materjalid vähendavad kulusid ning toetavad püsivust ja loovat probleemilahendust.
- **Kogukonna teadmised ja vahendid:** avatud lähtekoodiga kogukonnad pakuvad juhendeid, disainifaile ja teiste tegijate tuge kogu maailmast.

Need lähenemised vähendavad sõltuvust suletud süsteemidest ning annavad õpetajatele ja õpilastele võimaluse kasutatavaid tööriistu mõista, muuta ja laiendada.



HOIATUS

Annetustest

Võtke annetatud seadmeid vastu valikuliselt. Ärge võtke vana printerit, tööriista või elektroonikaseadet, mis ei tööta, vajab eriremonti või on ohutuse tõttu tagasi kutsutud. Tasuta seade võib tuua kallid tarvikud, vigase aku, varjatud remondikulu või ohutusrisi.

Kombineerige erinevaid ostuviise

Hea ostuplaan ühendab eri lahendusi. Valmistooded võivad olla töökindel, ohutu ja lihtne kasutada. Avatud lähtekoodiga või ise tehtud lahendus võib olla paindlikum, odavam ja õppimise mõttes sisukam. Valige selline tasakaal, mis toetab nii selge juhendiga tegevusi kui ka loovat katsetamist.



NÕUANDEVÄLI

Ostke töövoogu silmas pidades

Enne ostmist pange kirja vähemalt üks konkreetne tegevus, milleks seadet kasutate. Kõige kasulikum uus seade täiendab juba olemasolevaid vahendeid. Näiteks saab 3D-printeriga teha vaakumvormija vorme ja nii suureneb mõlema seadme väärtus. Vältige väga kitsalt kasutatavat eraldiseisvat seadet, millel ei ole teie tavategevustes selget kohta.

Küsige kirjalikku hariduspakkumist

Paljudel tarnijatel on avalikult reklaamimata haridushinnad. Saatke kolmele tarnijale e-kiri koos ostunimekirja, kooli templi ja kirjaliku hariduspakkumise palvega. Sõltuvalt tellimuse suurusest võib hinnavahe olla 10-30%.

5.5 Vahendite arvestus ja korrashoid

Vahendite arvestus aitab MakerSpace'i korras, töökorras ja püsivana hoida. Kui puudub selge ülevaade tööriistadest, materjalidest ja seadmetest, tekib kiiresti segadus. Vahendid lähevad kaduma, neid kasutatakse ebaühtlaselt ja suureneb õnnetuste oht. Selge nimekiri ning kokkulepitud kord muudavad igapäevase töö sujuvamaks, jagavad vastutust ja aitavad kulusid kontrollida.

Inventarihaldust ei tule käsitada üksnes haldusülesandena, vaid õpikeskkonna lahutamatu **osana, mis** edendab õpetajate ja õpilaste vastutust ning iseseisvust.

Vahendite nimekirja loomine

- **Esemete liigitamine:** jagage inventar loogilistesse kategooriatesse - tööriistad ja seadmed, elektroonikakomponendid, materjalid ja tarvikud ning ohutusvarustus.
- **Märgistamine ja tuvastamine:** trükitud sildid või värvikoodid, tööriistade ja komplektide nummerdamine ning nähtavust parandav läbipaistev hoiustamine.
- **Inventariandmed:** pidage kesksel digitaalsel või paberkandjal registrit, kus on esemete kirjeldused ja kogused, hoiukohad ning kasutusolek ja seisund.

Digivahendid, näiteks arvutustabelid või lihtsad vahendite nimekirjarakendused, võivad jälgimist sujuvamaks muuta, kuid järjepidevalt kasutades toimib ka lihttehnoloogiline süsteem.

Hoiustamine ja kord

- **Eraldi hoiutsoonid:** seostage hoiustamine tegevustsoonidega (näiteks elektroonikakomponendid elektroonikatöökohtade lähedal).
- **Ligipääsetav, kuid kontrollitud hoiustamine:** sageli kasutatavad materjalid on hõlpsasti kättesaadavad; väärtuslikke või ohtlikke tööriistu hoitakse turvaliselt.
- **Moodulhoiustamine:** kastid, sahtlid ja anumad, mida saab vajaduste muutudes ümber korraldada.

- **Visuaalne korraldus:** selge märgistus ja järjepidev paigutus aitavad esemeid kiiresti leida ning tagastada, vähendades ajakulu ja segadust.

Kasutuse ja materjalikulu jälgimine

- **Väljastamise ja tagastamise süsteem:** laenatud ning tagastatud tööriistad ja komplektid registreeritakse ametlikult või lihtsal jälgimislehel.
- **Materjalide ja tarvikute jälgimine:** vaadake regulaarselt, kui palju kulub filamenti, elektroonikaosi ja käsitöötarbeid. Nii teate varakult, mida on vaja juurde osta.
- **Kasutusmustrite analüüs:** sageli kasutatavate või alakasutatud esemete tuvastamine aitab teha ostu- ja ruumikujundusotsuseid.

Hooldus ja seadmete kasutamisega

- **Regulaarne kontroll:** kontrollige perioodiliselt tööriistade kulumist, kahjustusi ja rikkeid.
- **Hooldusgraafikud:** seadmete puhastamise, kalibreerimise ja hooldamise rutiinid.
- **Remondi ja asendamise kavandamine:** otsustage kulude ning kasutatavuse alusel, kas ese parandada, asendada või kasutusest kõrvaldada.
- **Eluea lõpu haldamine:** kõrvaldage või taaskasutage kasutuskõlbmatud materjalid ja komponendid ohutult.

Õpilaste kaasamine ja vastutus

MakerSpace võimaldab kaasata õpilasi ühiste vahendite haldamisse, tugevdades vastutust ja tunnet, et ruum on ühine ning arendades korraldus- ja koostööoskusi. Head praktikad on järgmised:

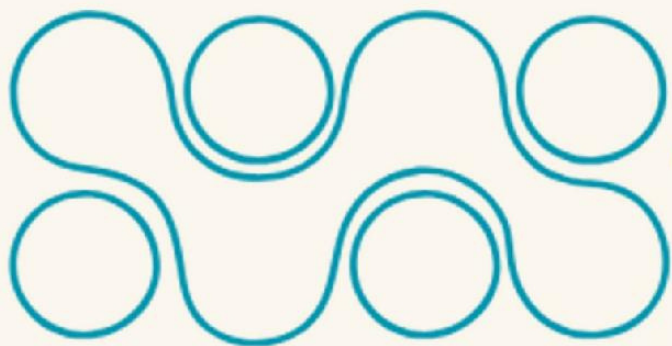
- Määrake rollid (näiteks materjalihaldur ja tööriistade koordinaator).
- Õpetage tööriistade kasutamise, tagastamise ja koristamise rutiine.
- Toetage vastutust selgete ootuste kaudu.



KOKKUVÕTE

Inventar on õpitav harjumus

Käsitage tööriistade tagastamist osana maker-protsessist, mitte sessiooni lõpu tüütu kohustusena. Viis minutit selge ülesehitusega koristamist õpetab vastutusest rohkem kui ükski loeng.



OHUTUS JA RISKIDE ENNETAMINE

6. Ohutus ja riskide ennetamine

MakerSpace'is kasutavad õpilased päris tööriistu ja valmistavad päris asju. Ohutus ei ole lihtsalt paberitöö. See on kõige muu eeltingimus. Selles peatükis käsitleme üldisi ohutusreegleid, eri tööriistade kasutamist, õpilaste juhendamist, järelevalvet, hädaolukorras tegutsemist ja seadustest tulenevaid nõudeid.

Kõiki osi ei pea iga lugeja sama põhjalikult tundma. MakerSpace'i ohutus jaguneb kaheks. Iga õpetaja peab tundma reegleid, juhendama õpilasi, jälgima tööriistade kasutamist ja reageerima probleemidele. Ruumi koordinaator või haldaja vastutab lisaks reeglite koostamise, nõuete täitmise ja kooli kaitsmise eest.

Klassiõpetajale on kõige olulisemad jaotised 6.1 ja 6.4. Need käsitlevad igapäevast ohutuskultuuri, õpilaste juhendamist ja järelevalvet. Jaotis 6.2 kirjeldab põhjalikumalt seadmete standardeid ja tehnilisi nõudeid. See sobib eelkõige koordinaatorile või tehnikule, kellel on praktilised tehnilised teadmised. Jaotised 6.3, 6.5 ja 6.6 on vajalikud mõlemale. Õpetaja peab tundma tööriistade reegleid, oma hoolsuskohustust, andmekaitset ja juhtumile reageerimist. Koordinaator peab korraldama nõuete täitmise ja aruandluse.

Kuidas seda peatükki lugeda

Kellele mõeldud	Jaotis	Käsitletavat teemasid
Kõigile õpetajatele	Jaotised 6.1, 6.3 ja 6.4	Ohutuskultuur, sissejuhatus, klassitegevused ja järelevalve
MakerSpace'i koordinaatorile/tehnikule	Jaotis 6.2	Seadmete standardid ja tehnilised nõuded
Mõlemale sihtrühmale	Jaotised 6.3, 6.5 ja 6.6	Tööriistajuhised, klassitegevused, hädaolukorra toimingud, juhtumitest teatamine, õiguslik teadlikkus, hoolsuskohustus ja andmekaitse
Kõigile		Kõik peatüki hoiatused ja kokkuvõtted

6.1 Üldised ohutuspõhimõtted

Ohutus on toimiva MakerSpace'i alus. Tööriistu, materjale ja tegevusi on palju ning nendega kaasnevad erinevad ohud. Seepärast vajab kool läbimõeldud viisi riskide ennetamiseks. Eesmärk ei ole kõrvaldada iga võimalikku riski, sest katsetamine kuulub maker-tegevuse juurde. Oluline on ohud ära tunda, neist aru saada ja neid sobivate reeglite abil vähendada.

Üldised ohutuspõhimõtted loovad aluse täpsematele juhiste, näiteks tööriistapõhistele reeglitele. Neid põhimõtteid tuleb järjepidevalt rakendada, selgelt edastada ja igapäevasesse praktikasse siduda.

1. Ohutus kui jagatud vastutus

MakerSpace'i ohutus on **õpetajate, õpilaste** ja kooli juhtkonna ühine vastutus.

- Õpetajad vastutavad ohutute **tegevuste kavandamise, kasutuse järelevalve ja reeglite rakendamise eest**.
- Õpilased vastutavad juhiste **järgimise, tööriistade nõuetekohase kasutamise ja probleemidest teatamise eest**.
- Kool tagab, et tehniline baas, eeskirjad ja vahendid toetavad ohutut toimimist.

Ühise ohutuskultuuri kujundamine suurendab teadlikkust, vastutust ja vastastikust lugupidamist.

2. Märgake ohte ja ennetage neid

Põhiprintsiip on **riske enne tegevuse algust ette näha ja vähendada**.

- Tehke tegevustele **lihtne** riskihindamine, eriti uute tööriistade või materjalide kasutuselevõtul.
- Tuvastage võimalikud ohud (näiteks teravad tööriistad, kuumaallikad ja elektrilised komponendid).
- Kohandage tegevused **õpilaste vanuse ja kogemustasemega**.

Ennetav kavandamine vähendab õnnetuste tõenäosust ja toetab kindlat osalemist.

3. Selged reeglid ja töövõtted

MakerSpace peab toimima selgelt **määratletud ja nähtavate ohutusreeglite alusel**.

- Kehtestage lihtsad ning järjepidevad juhised (näiteks tööriistade õige kasutus, jooksmise keeld ja materjalide ohutu käsitlemine).
- Paigutage ohutusreeglid ruumis nähtavale kohale.
- Koostage tavategevustele samm-sammulised toimingud.

Reeglid peavad olema **arusaadavad, vanusele sobivad ja neid tuleb regulaarselt kinnistada**.

4. Ohutusjuhend enne töö alustamist

Kõik MakerSpace'i kasutajad peavad enne **tegevuste alustamist** saama ohutuse põhikoolituse.

- Tutvustage õpilastele ruumi,ööriistu ja reegleid selge ülesehitusega sissejuhatavate sessioonide kaudu.
- Näidake tööriistade õiget kasutamist ja ohutuid töövõtteid.
- Veenduge, et õpilased teavad, **mida teha probleemi või hädaolukorra korral**.

Edasijõudnud seadmete jaoks võib olla vaja lisakoolitust või pädevuse kinnitamist.

5. Järelevalve ning tööriistade õige kasutamine

Piisav järelevalve on väga oluline, eriti kui õpilased kasutavad tööriistu või seadmeid.

- Hoidke õpetajate ja **õpilaste suhe tegevuse** keerukusele vastaval tasemel.
- Veenduge, et õpilased kasutavad ainult oma **vanusele ja oskustasemele sobivaid tööriistu**.
- Piirake ligipääsu teatud seadmetele, kuni järelevalve- või koolitusnõuded on täidetud.

Järelevalve peab olema aktiivne ja tähelepanelik, mitte ainult füüsiline kohalolek.

6. Ohutu töökeskkond

- Hoidke tööalad **õnnetuste vältimiseks** puhtad ja korrastatud.
- Tagage vabad liikumisteed ja vältige ülerahvastatust.
- Pärast kasutamist pange tööriistad ja materjalid õigesti hoiule.
- Jätke sessioonis aega koristamiseks ja ruumi korrastamiseks.
- Kasutage vajaduse **korral sobivaid isikukaitsevahendeid** (PPE), näiteks kaitseprille ja kindaid.

Hästi hooldatud keskkond vähendab nii füüsilisi riske kui ka vaimset ülekoormust.

7. Valmisolek hädaolukorraks

MakerSpace peab olema valmis juhtumitele tõhusalt reageerima.

- Tagage ligipääs **põhilistele ohutusvahenditele** (näiteks esmaabikomplekt ja tulekustuti).
- Tähistage selgelt hädaväljapääsud ja toimingud.
- Veenduge, et õpetajad ja töötajad oskavad reageerida tavapärastele juhtumitele (näiteks väike vigastus või seadmerike).

Ka õpilased peavad tundma oma vanusele sobivaid hädaolukorra põhitoiminguid.

8. Reeglite regulaarne ülevaatamine

- Vaadake ohutustoimingud regulaarselt üle ja ajakohastage neid vajaduse järgi.
- Analüüsige juhtumeid ja napilt välditud õnnetusi, et praktikat parandada.
- Julgustage õpetajaid ja õpilasi tagasisidet andma.

Selline korduv lähenemine tagab, et ohutuspraktikad arenevad koos MakerSpace'iga.



KOKKUVÕTE

Ohutus on rutiin, mitte poster

Seinal olevatest reeglitest on abi üks kord. Iga sessiooni alguse rituaalid - tööriistade väljalugemine, tagasilugemine ja ohutusjälgija nimetamine - toimivad terve aasta.

6.2 Ohutus eri tööriistade kasutamisel

Üldised põhimõtted loovad ohutuse aluse. Lisaks on vaja reegleid iga tööriista ja tehnoloogia jaoks. Eri vahenditega võivad kaasneda mehaanilised, elektrilised, kuumuse või kemikaalidega seotud ohud. Seepärast ei saa kõiki tööriistu kasutada samade juhiste järgi.

Tööriistade reeglid peavad olema selged ja neid tuleb iga kord samamoodi järgida. Arvestage õpilaste vanust, kogemust ja seda, kui tihedat järelevalvet nad vajavad. Ohutus ei tähenda ainult keelde. Hea juhendamine ja harjutamine võimaldavad õpilastel ohutult osaleda.

1) Käsitööriistad ja käsitöövahendid

Tüüpilised tööriistad: käärid, lõikurid, kruvikeerajad, tangid ja liimipüstolid.

Peamised riskid: löike- ja torkehaavad; põletused (näiteks kuumliimipüstolist); vale käsitsemine või väärkasutus.

Ohutusjuhised:

- Kasutage **vanusele sobivaid** tööriistu (näiteks noorematele õpilastele turvakäärid).
- Andke selged juhised õige **käsitsemise ja tööasendi kohta**.
- Lõigake alati **kehast eemale** ja kasutage vajaduse korral lõikematti.
- Kuumutatud tööriistu, näiteks liimipüstoleid, tuleb kasutada järelevalve all.
- Pärast kasutamist hoidke tööriistu turvaliselt. Jagatud või avatud ligipääsuga keskkonnas on hea tava kõik teraga tööriistad sessiooni lõpus üle lugeda.

Need tööriistad on üldiselt väikese riskiga, kuid vajavad heade **harjumuste ja järjepidevate rutiinide kujundamist**.

2) Elektroonika ja jootmine

Tüüpilised vahendid: maketeerimislauad, juhtmed, patareid ja jootekolvid.

Peamised riskid: jootekolvi tekitatud põletused; lühis või ülekuumenemine; jootmisel tekkivate aurude sissehingamine.

Ohutusjuhised:

- **Kasutage hariduskeskkonnale** sobivaid madalpingesüsteeme.
- Juhendage **vooluringi** koostamist samm-sammult.
- Jootmine peab toimuma järelevalve all, sobiva ventilatsiooniga ning kuumakindlate mattide ja hoidikutega.
- Vältige otsest kokkupuudet kuumade komponentidega.
- Lülitage vooluallikad vooluringi kokkupaneku või muutmise ajaks välja.

Enne edasijõudnud tegevusi peavad õpilased mõistma elektriohutuse põhimõisteid.

3) Robootika ja mehaanilised süsteemid

Tüüpilised vahendid: mootorid, hammasrattad, liikuvad osad ja robootikakomplektid.

Peamised riskid: liikuvate osade vahele jäämine või nendesse takerdumine; mehaaniline ebastabiilsus või konstruktsiooni purunemine; elektriliste komponentide väärkasutus.

Ohutusjuhised:

- Veenduge enne süsteemi käivitamist, et see on õigesti kokku pandud.
- Hoidke käed ja avarad rõivad liikuvatest osadest eemal.
- Enne pöörleva masina kasutamist pange pikad juuksed kinni ja eemaldage ehted.
- Kasutage õppetegevustes väikese võimsusega mootoreid.
- Katsetage süsteeme kontrollitud tingimustes, näiteks selleks määratud alal.
- Jälgige esimest kasutuskorda ja rikete otsimist.

Selged piirid ja selge ülesehitusega katsetamistoimingud vähendavad riske oluliselt.

4) Digitaalse valmistamise vahendid

Tüüpilised seadmed: 3D-printerid, laserlõikurid ja CNC-masinaid.

Peamised riskid: põletused kuumadest osadest; silmade või naha kokkupuude (näiteks lasersüsteemides); aurud või peenosakesed; mehaanilise liikumise ohud.

Ohutusjuhised:

- Lubage ligipääs ainult koolitatud kasutajatele või järelevalvega sessioonidel.
- Nõudke enne **kasutamist kohustuslikku koolitust või pädevuse** kinnitamist.
- Tagage sobiv ventilatsioon ja kaitsekorpused (näiteks suletud 3D-printerid ning laserkatted).
- Ärge jätke töötavat masinat kunagi järelevalveta.
- Järgige alati tootja juhiseid. Kasutage laserlõikuris ainult materjale, mille ohutus on kindlalt teada. Tundmatu või märgistamata materjal, näiteks mõni vinüül või PVC, võib lõikamisel eritada mürgiseid aure või süttida.

Keerukuse tõttu **vajavad need seadmed rangemat kontrolli** ja järelevalvet.

5) Elektritööriistad ja täiustatud seadmed (vajaduse korral)

Tüüpilised tööriistad: puurid, saed ja lihvimisvahendid.

Peamised riskid: lõikavate või pöörlevate osade põhjustatud raske vigastus; müra ja vibratsioon; tolmu ning prahti.

Ohutusjuhised:

- Lubage neid kasutada **ainult vanematel õpilastel ja koolitatud kasutajatel**.
- Nõudke sobivaid isikukaitsevahendeid, näiteks kaitseprille.
- Tagage **kogu kasutuse ajal range järelevalve**.
- Hoidke kasutajate vahel ohutut vahemaad.

- Kasutage tööriistu ainult ettenähtud otstarbel.

Paljudes koolides võib selliste tööriistade kasutus olla piiratud või rangelt kontrollitud.



NÕUANDEVÄLI

Isikukaitsevahendid tähendavad enamat kui kaitseprille

Selgitage õpilastele, miks peavad pikad juuksed olema kinni, ehted eemaldatud ja jalanõud kinnised. Pöörleva masina juures ei tohi kanda kindaid, sest kinnas võib masina vahele jääda. Ärge lahkuge töötava sae või puurpingi juurest ka siis, kui see juba seiskub. Oodake, kuni masin on täielikult peatunud. Kinnitage töödeldav detail klambri või muu sobiva vahendiga. Puurimise, lõikamise või lihvimise ajal ei tohi detaili käes hoida.

6) Keemilised materjalid ja ained (vajaduse korral)

Tüüpilised materjalid: liimid, värvid ja lahustid.

Peamised riskid: naha või silmade ärritus; aurude sissehingamine; vale hoiustamine või segamine.

Ohutusjuhised:

- Kasutage **võimaluse korral mittetoksilisi ja koolikeskkonda** sobivaid materjale.
- Tagage piisav ventilatsioon.
- Andke selged juhised käsitlemiseks ja kõrvaldamiseks.
- Hoidke materjale märgistatud anumates.



HOIATUS

Kõrvaldamine ei tähenda „lihtsalt äraviskamist“

Õline lapp või lahustiga läbi imbunud materjal võib iseenesest süttida. Lugege toote hoiatusi. Pange saastunud või tuleohtlik jäätmematerjal tulekindlasse kaanega anumasse. Patareid ja akud vajavad samuti eraldi tähelepanu. Neid ei tohi panna olmeprügisse, sest kahjustatud või lekkiv aku võib süttida või ohtlikku ainet välja lasta. Hoidke patareisid ja akusid selgelt märgistatud kastis. Viige need kohalike juhiste järgi ringlusse või jäätmekäitlusse.

Kõigile tegevustele kehtivad reeglid

- **Näitamine enne kasutamist:** õpetaja demonstreerib vajaduse korral õiget ja ohutut tööviisi.
- **Selged kasutusreeglid:** lihtsad ja nähtavad juhised töökohtade lähedal.
- **Järelevalvega ligipääs:** eriti suurema riskiga tööriistade puhul.
- **Rutiinne kontroll:** enne kasutamist veenduge, et tööriistad on heas seisukorras.



HOIATUS

Kahe koolitatud täiskasvanu reegel

Kui tegevuses kasutatakse kuumi tööriistu, elektritööriistu või digitaalse valmistamise seadmeid, peab kohal olema vähemalt kaks koolitatud täiskasvanut. Teine võib olla ka läheduses viibiv kolleeg. Tõsiste napilt välditud õnnetuste taustal on sageli olukord, kus järelevalvet tegi ainult üks täiskasvanu.

6.3 Õpilaste ohutusjuhend

Enne MakerSpace'is töö alustamist peavad õpilased saama selge ohutusjuhendi. Nad peavad teadma, kuidas töötada ohutult, kasutada tööriistu õigesti ja vastutada oma tegevuse eest. Ohutusjuhend ei ole ühekordne formaalsus. See on osa õppimisest. Hea juhend kujundab käitumist, annab kindlust ja loob ühised ohutusharjumused.

Miks on ohutusjuhend vajalik?

Ohutusalase sissejuhatuse peamine eesmärk on tagada, et õpilased:

- Mõistavad MakerSpace'i reegleid ja ootusi.
- Tunnevad ära tööriistade ning materjalidega seotud võimalikud riskid.
- Õpivad ohutu ja vastutustundliku kasutamise õiged toimingud.
- Teavad, kuidas juhtumi või hädaolukorra korral reageerida.

Samal ajal vähendab sissejuhatus ärevust ja ebakindlust ning võimaldab õpilastel praktilistes tegevustes enesekindlamalt osaleda.

Mida ohutusjuhend peab sisaldama?

Tõhus sissejuhatav programm peab olema selge ülesehitusega, vanusele sobiv ja praktiline ning ühendama selgitamise, näitamise ja aktiivse osalemise.

1. MakerSpace'i tutvustus

- Eesmärk ja tegevuste tüübid.
- Eri tsoonide ülevaade (näiteks töökohad, hoiualad ja koostööalad).
- Oodatav käitumine ja üldreeglid.

2. Ohutusreeglid ja toimingud

- Põhilised ohutuspõhimõtted (näiteks jooksmise ja müramise keeld, tööriistade õige käsitlemine ning lugupidamine teiste vastu).
- Isikukaitsevahendite (PPE) kasutamine, kui see on vajalik.
- Koristamise ja korrastamise rutiinid.

Reeglid tuleb esitada selgelt ja kinnistada näidetega.

3. Tööriistade näitamine

- Põhitööriistade ohutu kasutamise samm-sammuline demonstratsioon.
- Levinud vigade ja nende vältimise selgitamine.
- Võimalus enne ise proovimist teiste kasutust jälgida.

Edasijõudnud tööriistade puhul võib sissejuhatuse jagada **järk-järgulisteks tasemeteks**.

4. Praktiline harjutamine

- Vajaduse korral juhendatud tegevused, mille käigus õpilased harjutavad tööriistade kasutamist järelevalve all.
- Lihtsad ülesanded, mis suurendavad tuttavlikkust ja kindlustunnet.
- Õpetaja vahetu tagasiside.

See etapp on teadmiste ohutuks käitumiseks muutmisel määrava **tähtsusega**.

5. Hädaolukorra toimingud

- Mida teha väikese vigastuse või õnnetuse korral.
- Kuidas õpetajat teavitada või tegevus ohutult peatada.
- Ohutusvahendite asukoha tundmine (näiteks esmaabikomplekt ja hädaväljapääsud).

Arvestage vanuse ja kogemusega

- **Nooremad õpilased (algkool): keskenduge** lihtsatele reeglitele, visuaalsetele vihjetele ja juhendatud rutiinidele.
- **Vanemad õpilased (põhi- ja gümnaasium):** selgitage põhjalikumalt riske, vastutust ning tööriistapõhiseid juhiseid.
- **Edasijõudnud** kasutajad: võivad vajada kindlate seadmete, näiteks digitaalse valmistamise vahendite lisakoolitust.

Järkjärguline mudel annab õpilastele pädevuse kasvades ligipääsu keerukamatele tööriistadele.

Korrake ohutusreegleid

Ohutusalast sissejuhatust ei tohi käsitada ühekordse sündmusena. Pidev kinnistamine on väga oluline:

- Reeglite ja ootuste regulaarsed meeldetuletused.
- Lühikesed kordused enne uue tööriista või tegevuse tutvustamist.
- Juhtumite ja napilt vältitud õnnetuste käsitlemine õppimisvõimalusena.

Õpetaja peab seoma ohutuse igapäevasesse praktikasse, nii et sellest saaks maker-tegevuse tavapärane osa.

Õpilaste vastutus

Koolituse üks oluline tulemus on õpilaste vastutuse **ja omanikutunde** kujundamine. Võimalikud strateegiad:

- Kaasake õpilased ohutusreeglite koostamisse või ülevaatamisse.

- Määrake rollid (näiteks ohutusjälgija ja seadmehaldur).
- Julgustage kaaslaste toetamist ja vastastikust vastutust.

See aitab liikuda väliselt kehtestatud reeglitelt sisemiselt **motiveeritud ohutu käitumise poole**.

Ohutusjuhendi läbimise kirjapanek

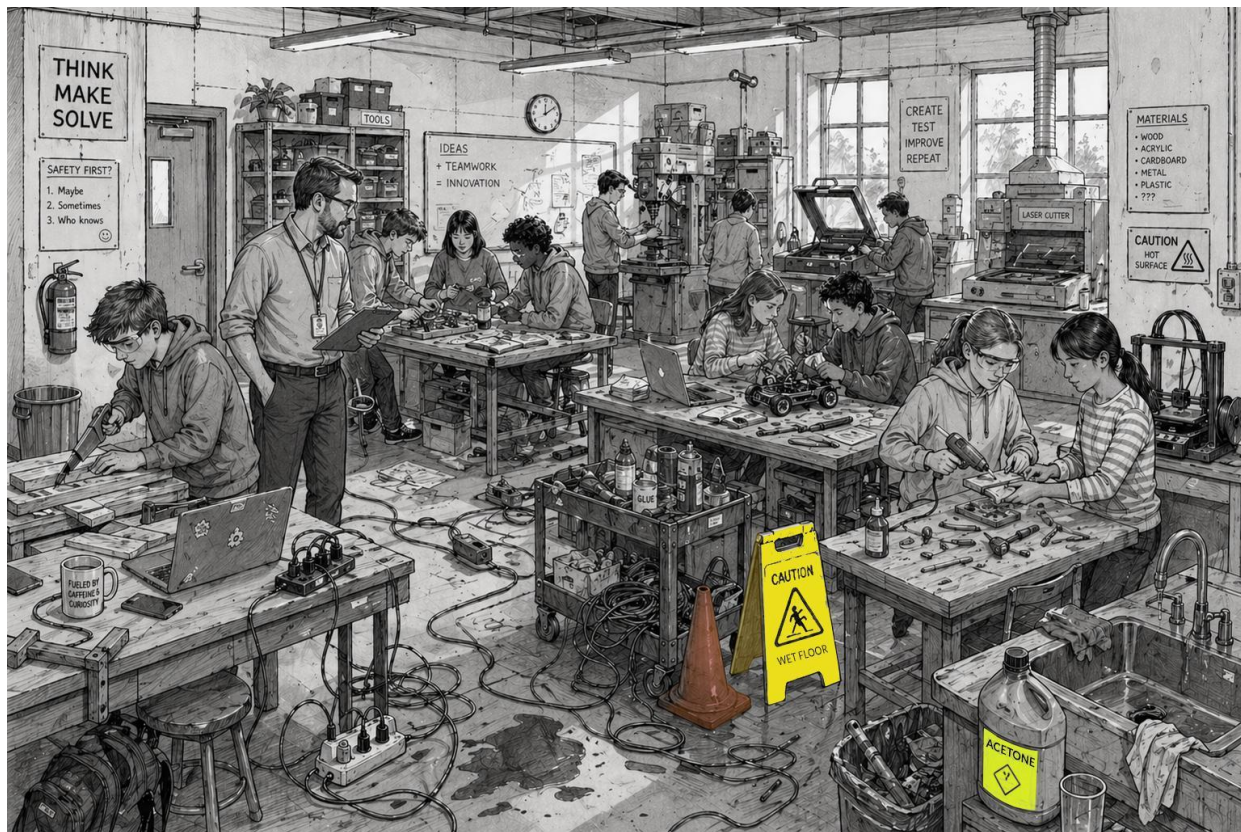
Kool võib sissejuhatuse formaliseerida järgmiste vahenditega:

- Pädevuste kontrollnimekirjad.
- Õpilase kokkulepped või ohutuslepingud.
- Lihtsad tööriistakasutuse pädevuse kinnitamise süsteemid.

See tagab järjepidevuse ja loob õpilase valmisoleku kohta dokumenteeritud jälje.

Klassitegevus: „Märka ohte“

See tööleht aitab õpilastel süsteemse ohutusmõtlemise abil STEM-MakerSpace'i riske märgata, liigitada ja vähendada. Seda saab kasutada sissejuhatuse osana või perioodilise kordusena.



Joonis 9. „Märka ohte“ pilt

1. osa. Vaatlus (individuaalne)

Näidake illustratsiooni või fotot MakerSpace'ist, kuhu on teadlikult lisatud ohte. Õpilased:

- Tõmbavad pildil ringi ümber või märgivad ebaturvalise käitumise, ebaturvalised tingimused ja puuduvad ohutusmeetmed.
- Loetlevad tabelis iga riski: mis toimub ja miks see on ohtlik?

2. osa. Ohtude liigitamine (meeskond)

Töötage väikestes 3-4 õpilase rühmades. Võrrelge tähelepanekuid ja liigitage iga risk eespool kirjeldatud kategooriate järgi:

Ohu tüüp	Kirjeldus ja näide
Elektriline	Elektrilöögi, ülekoormuse või kahjustatud juhtmetistiku oht, näiteks paljad kaablid.
Mehaaniline	Liikuvad osad ja teravad tööriistad, näiteks lõikurid.
Termiline	Kuumaallikad ja põletused, näiteks jootekolb.
Keemiline	Vedelikud, aurud ja tolm, näiteks lahustid.
Ergonoomiline	Halb tööasend ja korduvkoormus, näiteks ebamugav iste.
Korralduslik	Segadus ja halb paigutus, näiteks korratu töökoht.

Seejärel täitke **iga leitud riski kohta tabel „Risk -> ohu tüüp -> põhjendus“**.

3. osa. Ühine arutelu

- Milliseid riske oli **kõige raskem märgata**? Miks?
- Kas mõni „tavalisena“ tundunud olukord oli tegelikult ohtlik?
- Kuidas mõjutab meeskonnatöö MakerSpace'i ohutust?
- Milline on **õpetaja roll** õnnetuste ennetamisel?



NÕUANDEVÄLI

Tehke tegevust „Märka ohte“ kaks korda aastas

Tehke ohutusjuhend kaks korda: esimest korda õppeaasta alguses ja uuesti aasta keskel. Kui õpilaste kindlustunne kasvab, muutuvad ka võimalikud väärkasutuse viisid. Teine juhendamine toob sageli välja probleemid, mida septembris veel ei olnud.

6.4 Järelevalve ja vastutus

MakerSpace vajab selget järelevalvet ja vastutuse jagamist. Õpilased töötavad praktiliselt, uurivad uusi lahendusi, kasutavad tööriistu ja tegutsevad koos. Seepärast peab alati olema teada, kes tegevust jälgib ja mille eest keegi vastutab.

Järelevalve ei tähenda ainult käitumise kontrollimist. Õpetaja suunab õppimist, märkab ohte ja aitab kujundada ohutuid töövõtteid. Samal ajal võib õpilastele järk-järgult rohkem vastutust anda. Nii kasvavad nende iseseisvus ja vastutustunne.

Õpetaja roll

Õpetaja on **MakerSpace'i peamine** järelevalvaja ning vastutab üldiselt ohutuse ja tegevuste juhtimise eest. Põhiülesanded on järgmised:

- **Ohutute tegevuste kavandamine:** õpilaste vanuse, oskustaseme ja olemasolevate tööriistadega sobivate ülesannete kujundamine ning tarbetute riskide vähendamine.
- **Aktiivne järelevalve:** pidev teadlikkus õpilaste tegevusest, eriti tööriistade kasutamisel; ruumis liikumine; suurema riskiga tsoonide tähelepanelikum jälgimine; ebatavalise käitumise korral kiire sekkumine.
- **Õigete töövõtete näitamine:** tööriistade ohutu kasutuse modelleerimine ja toimingute kinnistamine isikliku eeskujuga.
- **Seadmetele juurdepääsu haldamine:** tagamine, et kindlaid, eriti edasijõudnud tööriistu kasutavad ainult koolitatud või volitatud õpilased.
- **Juhtumitele reageerimine:** õnnetuse, rikke või ebatavalise olukorra korral vahetu ja sobiv tegutsemine.

Tõhus järelevalve eeldab **passiivse vaatlemise asemel olukorrateadlikkust, ettenägelikkust** ja reageerimisvalmidust.



HOIATUS

Tuttavlikkus tekitab hooletust

Kogemuse kasvades võivad inimesed hakata aega säästma ning jätma mõne ohutussammu vahele. Seda tehakse vahel teadlikult ja vahel hajameelsusest. Iga kord antakse reeglile pisut järele. Nii võib väikesest erandist saada halb harjumus.

Kogenud inimene võib mõne lisariskiga toime tulla, kuid õpilased jäljendavad nähtut. Töötaja näitab oma käitumisega kogu aeg eeskuju. Ohutut töövõtet tuleb ise järjepidevalt kasutada, mitte ainult sõnades õpetada. Ärge lähtuge põhimõttest „tee minu sõnade, mitte minu tegude järgi“. Vaadake aeg-ajalt oma harjumusi ohutuse ja õpilase pilguga. Nii märkate hooletust enne, kui see kinnistub.

Kui palju õpilasi saab üks õpetaja jälgida?

Vajalik järelevalvetase sõltub mitmest tegurist:

- **Õpilaste vanus:** nooremad õpilased vajavad lähemat ja vahetumat järelevalvet.
- **Tegevuste keerukus:** edasijõudnud tööriistu või mitut samaaegset protsessi hõlmavad tegevused vajavad rohkem järelevalvet.
- **Õpilaste arv:** suurem rühm võib vajada lisatuge, näiteks kaasõpetajat või abiõpetajat.
- **Kasutatava seadme tüüp:** suure riskiga tööriistad, näiteks digitaalse valmistamise masinad ja elektritööriistad, vajavad rangemaid järelevalvejuhiseid.

Kool peab määratlema **sobivad järelevalvesuhted ja -tingimused**, et õpetaja ei oleks üle koormatud ning suudaks keskkonda tõhusalt kontrollida.

Õpilaste vastutus ja järkjärguline iseseisvus

- **Reeglite ja toimingute järgimine:** õpilastelt eeldatakse kehtestatud ohutusjuhiste järgimist ning tööriistade nõuetekohast kasutamist.
- **Ühiste vahendite austamine:** tööriistade ja materjalide õige käsitlemine, hoiustamine ning hooldamine.
- **Kaaslastega arvestamine:** teiste ohutuse märkamine ning häiriva või riskantse käitumise vältimine.
- **Probleemidest teatamine:** ohust, kahjustusest või juhtumist viivitamata õpetajale teatamine.

Vastutust saab arendada järk-järgult.

- **Algusetapp:** tihe järelevalve ja vajaduse korral juhendatud osalemine.
- **Vaheetapp:** jagatud vastutus koos selge ülesehitusega iseseisvusega.
- **Edasijõudnud etapp:** koolitatud ja kogenud õpilaste suurem iseseisvus.

Selged rollid ja vastutus

Tõhusa haldamise toetamiseks on kasulik kehtestada **MakerSpace'is selged rollid**.

- **Õpetaja/juhendaja:** üldine järelevalve.
- **Õpilaskorraldajad** (vahelduvad või määratud): seadmehaldur, materjalikoordinaator ja ohutusjälgija.

Need rollid aitavad vastutust jagada ning toetavad **koostööst ja vastutustundlikku keskkonda**.

Kes võib ruumi ja tööriistu kasutada?

Järelevalve on tihedalt seotud MakerSpace'i juurdepääsu korraldamisega. Koolil tasub määratleda:

- **Kes ja millal ruumi kasutada saab** (näiteks tunniplaani alusel klassid ja järelevalvega avatud sessioonid).
- **Tööriistade kasutustingimused** (näiteks nõutav koolitus ja järelevalvetase).
- **Teatud seadmete piirangud**.

Selged eeskirjad tagavad ohutu, **võrdse ja hästi korraldatud ligipääsu**.

Ohutus ja õpilaste iseseisvus

Oluline ülesanne on tasakaalustada **riskijuhtimine õpilaste tähendusliku iseseisvusega**. Liiga piirav järelevalve võib vähendada loovust ja kaasatust, ebapiisav järelevalve aga suurendab riski. Tõhus praktika hõlmab järgmist:

- Õpilastel lubatakse teha otsuseid ja kogemusest õppida.
- Pakutakse selge ülesehitusega piire ja juhendamist.
- Iseseisvust suurendatakse pädevuse arenedes järk-järgult.

Selline tasakaal toetab nii ohutut toimimist kui ka autentset õppimist.

6.5 Tegutsemine hädaolukorras ja juhtumist teatamine

Ka hea ennetuse korral võib MakerSpace'is juhtuda õnnetus või tekkida hädaolukord. Kool peab teadma, kuidas kiiresti ja ohutult reageerida. Selged tegevussammud ja teatamise kord vähendavad kahju. Samuti aitavad need juhtunust õppida ja ohutust parandada.

Hädaolukorraks valmisolek tähendab, et kõik teavad, mida teha, kes vastutab ja kuidas infot jagada. Kõik vigastused tuleb kirja panna. Kui juhtumit ei registreerita, ei saa sellest õppida. Ka napilt välditud õnnetused ja korduvad probleemid tuleb üles märkida. Ainult nii muutuvad ohtlikud mustrid nähtavaks.

1. Milliseid juhtumeid võib ette tulla?

- **Väikesed vigastused** (näiteks löikehaavad, põletused ja pinnud).
- **Seadmetega seotud juhtumid** (näiteks rike, ülekuumenemine ja elektriprobleemid).
- **Keskkonnaohud** (näiteks leke, suits ja halb ventilatsioon).
- **Käitumis- või toimingurikkumised** (näiteks tööriista ebatavaline kasutamine).

Nende kategooriate mõistmine aitab koolil sobivaid **reaktsioone ja toiminguid ette valmistada**.

2. Hädaabivahendid ja valmisolek

MakerSpace'is peavad olema **vajalikud hädaabivahendid**, sealhulgas:

- Esmaabikomplekt (regulaarselt kontrollitud ja täiendatud).
- Tulekustuti (elektri- või materjalipõlengule sobivat tüüpi).
- Tuletekk.
- Silmapesujaam (sageli nõutav kemikaalide, näiteks IPA kasutamisel).
- AED ehk automaatne kehaväline defibrillaator, eriti kui MakerSpace asub eraldi või lähimast seadmest kaugel.
- Nähtavale paigutatud hädaabikontaktid (turvateenistus, pääste ja meditsiiniabi).
- Selgelt tähistatud väljapääsud ja evakuatsiooniteed koos sobivate siltidega.

Õpetajad ja töötajad peavad tundma kõigi **ohutusvahendite asukohta ning kasutamist**.

3. Mida juhtumist õppida?

Pärast juhtumit tuleb teha lühianalüüs, et **selgitada välja** põhjused ja vältida kordumist. See võib hõlmata järgmist:

- Juhtumi dokumenteerimine juhtumiteatise malli abil (koostage see, kui organisatsioonil sobivat vormi veel ei ole).
- Toimunu ja selle põhjuste analüüsimine.
- Toimingutes või koolituses olevate lünkade tuvastamine.
- Reeglite, järelevalve või seadmekasutuse kohandamine.

Sobival juhul saab juhtumeid kasutada **õppimisvõimalusena**, mis aitab õpilastel mõista ohutuse ja vastutuse tähtsust.

6.6 Seadused ja kooli reeglid

MakerSpace'i kasutamine peab vastama seadustele ja kooli reeglitele. Nii on kaitstud õpilased, töötajad ja kool ise. MakerSpace julgustab katsetama ja praktiliselt õppima, kuid tegevusel peavad olema selged õiguslikud ning eetilised piirid.

1) Tervise- ja ohutusnõuded

MakerSpace peab vastama **koolikeskkonnale kohalduvatele riiklikele ja kohalikele** tervise- ning ohutusnõuetele. Arvestada tuleb järgmisega:

- Töötervishoiu ja **-ohutuse standardite** järgimine ka hariduskeskkonnas.
- Seadmete ohutu paigaldamine ja kasutamine.
- Regulaarsed riskihindamised ja dokumenteerimine.
- Hoidke ruumis kasutatavate materjalide ohutuskartide (SDS) kogu, eriti kemikaalide, laserlõikuri materjalide, 3D-printimise filamentide ja vaikude ning liimide kohta. Ohutuskardid on tavaliselt saadaval tootjalt või tarnijalt.
- Tuleohutus- ja hädaolukorranõuete järgimine.

Kool peab tagama, et MakerSpace'i praktika vastab kogu kooli **ohutuseeskirjadele ja kõigile** kohalduvatele õigusnõuetele.

2) Hoolsuskohustus ja vastutus

Koolil ja õpetajatel on õiguslik kohustus tagada **õpilaste heaolu ja ohutus**:

- Piisava **järelevalve tagamine** kõigis maker-tegevustes.
- Veendumine, et tööriistad ja seadmed **vastavad õpilaste vanusele ning oskustasemele**.
- Selgete ohutustoimingute **rakendamine ja nõudmine**.

3) Andmekaitse ja digiohutus

MakerSpace'is kasutatakse sageli **digivahendeid, veebiplatvorme ja ühendatud** seadmeid, mis toob kaasa andmekaitsega seotud küsimused:

- Isikuandmete kogumisel ja kasutamisel tuleb **järgida** selliseid õigusakte nagu isikuandmete kaitse üldmäärus (GDPR) Euroopa Liidus.
- Veebiplatvormide ja tööriistade ohutu kasutuse tagamine.
- Õpilaste privaatsuse kaitsmine projektide või andmete jagamisel.

Kool peab järgima kehtivaid **digiohutuse ja andmekaitse eeskirju ning** tagama, et õpilased tunnevad vastutustundlikke digipraktikaid.

4) Intellektuaalomand ja litsentsimine

Maker-tegevus võib hõlmata disainide, koodi ja digisisu loomist, jagamist ning muutmist. Arvestada tuleb järgmisega:

- Õpilaste **loodud tööga seotud intellektuaalomandi** õiguste mõistmine.
- Avatud lähtekoodiga või kolmanda isiku materjalide litsentside järgimine ([näiteks Creative Commons](#) litsentsid, mis määravad omistamise, mitteärilise kasutuse või samadel tingimustel jagamise nõuded).

- Ressursside eetilise kasutuse ja allikatele viitamise toetamine.
- Selge eeskirja kehtestamine selle kohta, milliseid disaine on sobiv valmistada, sealhulgas realistlikud rekvisiidid või koopiad.

Kool võib määratleda ka õpilasprojektide **omandi ja jagamise** eeskirjad, eriti koostöö- või välise toetusega algatustes.



HOIATUS

3D-printeriga võib tahtlikult või kogemata valmistada eseme, mis meenutab relva või toimib relvana. Pange selgelt kirja, mida tohib MakerSpace'is kavandada ja printida. Kontrollige enne printimist faile, mis võivad sellesse rühma kuuluda.

5) Kaasavus, võrdsus ja eetika

- Tagage kõigile õpilastele võrdsed võimalused ruumi kasutada.
- Vältige kallutatust tööriistadele, tegevustele või toele juurdepääsul.
- Kujundage tegevused nii, et need arvestaksid erinevate võimete ja taustadega.

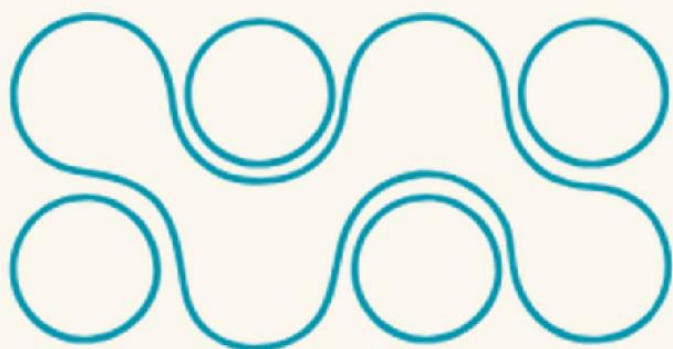
Eetilised kaalutlused hõlmavad ka lugupidava keskkonna kujundamist, kus toetatakse koostööd ja loovust.



KOKKUVÕTE

6. peatükk lühidalt

Ohutuskultuur tekib väikestest harjumustest. Reeglid peavad olema nähtaval. Iga tööriista jaoks peab olema juhend. Õpilased vajavad selget ohutusõpet ja aktiivset järelvalvet. Juhtumitele tuleb kiiresti reageerida ning seadusi järgida. Iga samm on väike, kuid koos hoiavad need ruumi toimivana.



MAKERSPACE'I KASUTAMINE JA IGAPÄEVANE KORRALDUS

7. MakerSpace'i kasutamine ja igapäevane korraldus

Kui ruum on valmis ja ohutu, tuleb lahendada järgmine küsimus: kuidas hoida see iga nädal töös? Selles peatükis käsitleme ruumi kasutamise aegu, maker-tegevuste sidumist tundidega, vahendite kasutamise reegleid, projektide kirjapanekut, hooldust ning materjalide varu. Need teemad moodustavad ruumi igapäevase töökorralduse.

7.1 Kes ja millal ruumi kasutab?

Selge kasutus- ja ajakava aitab ruumi hästi kasutada ning hoiab töö hallatavana. Ilma kokkulepitud korrata võib ka hästi varustatud ruum seista tühjana, olla korraga liiga täis või tekitada palju korraldusprobleeme. Tehke ajakava, millest kõik aru saavad ja mida saab vajaduse korral muuta. See peab sobima õppimise eesmärkide, olemasolevate vahendite ja töötajate võimalustega.

Kaks levinud ja teineteist täiendavat mudelit on **tunniplaani põhine kasutus** ning **avatud labori sessioonid**.

Tunniplaani alusel kasutamine

Tunniplaani alusel kasutamine tähendab MakerSpace'i sidumist kooli ametlikku ajakavasse, kus kindlatele klassidele või õppeainetele määratakse oma ajavahemik.

Peamised tunnused:

- Kavandatud ja selge ülesehitusega sessioonid, mis on seotud õppekava eesmärkidega.
- Järelevalvet teeb klassi eest vastutav õpetaja.
- Tegevused on kooskõlas projektõppe üksustega.

Eelised:

- Tagab **õpilastele regulaarse ja võrdse** ligipääsu.
- Hõlbustab õppekavasse sidumist ning kooskõla õpitulemustega.
- Järelevalvet ja ettevalmistust on lihtsam korraldada.

Rakendamisel arvestage järgmist:

- Koordineerige osakondade ajakavasid, et vältida konflikte.
- Jätke tähenduslike maker-tegevuste jaoks piisavalt pikad ajavahemikud, mis on sageli tavalisest õppetunnist pikemad.
- Tagage ülesseadmise ja koristamise ettevalmistusaeg.

Tunniplaani põhine kasutus aitab maker-haridust eriti tõhusalt põhiõppesse siduda ning tagab, et ruumist saavad kasu kõik õpilased.

Avatud tööajad

Avatud labori sessioonid **annavad paindliku** ligipääsu MakerSpace'ile väljaspool ametlikku tunniaega, tavaliselt õppekavaväliste või iseseisvalt valitud projektide jaoks.

Tüüpilised vormid: koolijärgsed maker-ringid, lõunavahetunni sessioonid ja koolipäeva kindlad „avatud tunnid“.

Eelised:

- Soodustab **loovust, iseseisvust ja avastamist**.
- Toetab **pikemaid ja pikaajalisi projekte**.
- Kaasab eri huvide ja oskustasemega õpilasi.

Rakendamisel arvestage järgmist:

- Määratlege selged juurdepääsureeglid ja järelevalvenõuded.
- Ohutuse ja tõhusa toe tagamiseks juhtige rühma suurust.
- Pakkuge juhendamist, kuid jätke õpilastele avastamisvabadus.

Avatud labori sessioonid on eriti väärtuslikud kooli **maker-kultuuri** kujundamisel ja motiveeritud õppijate toetamisel.

Kombineerige erinevaid kasutusviise

Enamikule koolidest sobib hübriidne **lähenemine**, mis ühendab tunniplaani põhise ja avatud juurdepääsu. Peamised otsused on järgmised:

- Kõigile õpilastele **tunniplaani põhise baastaseme** ligipääsu tagamine.
- Lisavõimaluste **pakkumine avatud** sessioonide kaudu.
- Prioriteetide määratlemine juhul, kui nõudlus ületab oskused ja võimalused.

Koolil tasub kaaluma ka õpetajate ja rühmade broneerimissüsteemi, ajakava ning saadavuse selget edastamist ja võimalust kogemuse ning tagasiside põhjal süsteemi kohandada.



NÕUANDEVÄLI

Looge broneerimissüsteem esimesest päevast

Võtke lihtne broneerimiskord kasutusele juba esimesel nädalal. Alguses võib see olla kasvõi paber ukse peal. Pärast esimeste vaidluste tekkimist on korda palju raskem luua kui kohe läbipaistva reeglita alustada.

7.2 Kuidas siduda maker-tegevused õppetööga?

MakerSpace annab õppimisele kõige rohkem siis, kui seda kasutatakse regulaarselt tundides. See ei peaks jääma juhuslikuks lisategevuseks. Siduge maker-tegevused selgete õpieesmärkidega. Nii aitavad need teemast sügavamalt aru saada, arendada oskusi ja kaasata õpilasi aktiivselt.

Siduge maker-tegevused õpieesmärkidega

Klassiruumi sidumise lähtekoht on selgitada välja, kuidas maker-tegevused toetavad konkreetseid õppekava eesmärke. Peamised lähenemised:

- Siduge maker-tegevused **õpitulemustega** (näiteks teadusmõisted, matemaatiline arutlemine ja disainioskused).
- Kasutage loomist arusaamise toetamiseks **ja** näitamiseks, mitte lisategevusena.
- Kujundage ülesanded, milles õpilased rakendavad teadmisi **praktilises päriselu kontekstis**.

Selline kooskõla tagab MakerSpace'i otsese panuse akadeemilistesse **tulemustesse ja pädevuste arengusse**.

Projektõpe (PBL)

MakerSpace sobib hästi projektõppeks. Projektõppes on õppija aktiivne ja töötab päriselu või enda jaoks tähendusliku projekti kallal. Ta uurib teemat, kavandab lahenduse ja valmistab selle valmis. Selle käigus arenevad teadmised, oskused ja pädevused. Projektõppes:

- Töötavad õpilased **autentsete probleemide või ülesannetega**.
- Õppimine on üles ehitatud disainiprotsessi **ümber** (näiteks ideede loomine, prototüüpimine, katsetamine ja korduv täiustamine).
- Tulemuseks on sageli käegakatsutav valminud töö või päriselu probleemi lahendus.

Näiteks võivad õpilased kavandada lahenduse mõnele keskkonnaprobleemile. Nad võivad teha päikeseenergial töötava nutikodu või kooliaia vihmavee kogumise prototüübi. Samuti võivad nad ehitada interaktiivseid tehnoloogiamealeid, näiteks pildi- või hääletuvastusega robotsõiduki, või programmeerida mikrokontrolleriga nutika valgusfoori. Kolmas võimalus on luua kunsti- või multimeedialahendus, mille kaudu uuritakse näiteks sotsiaalset õiglust või rahvatervist.

Eri õppeainete ühendamine

Maker-tegevused toetavad loomulikult õppeaineteülest seongut, ühendades eri ainete mõisted ja oskused. Võimalikud strateegiad:

- Kujundage projekte, mis ühendavad **STEM-aineid ja kunsti (STEAM)**.
- Koordineerige õpetajate koostööd ühiste teemade **või ülesannete loomiseks**.
- Kasutage päriselu probleeme, mis vajavad **mitme valdkonna lähenemist**.



NÕUANDEVÄLI

Ühendage eri valdkondi

STEAM-projekt ühendab loodusteadused, tehnoloogia, inseneeria, kunsti ja matemaatika. Nii näevad õpilased, et päriselu probleem ei kuulu tavaliselt ainult ühte õppeainesse. Sageli tasub lisada ka ettevõtlus. Õpilased võivad idee esitleda, teha enne täielikku lahendust kiire näidismudeli, tutvustada seda publikule ja parandada tagasiside põhjal. „Võlur Ozi“ võtte puhul jälgendatakse idee katsetamiseks selle funktsiooni. Nii õpitakse eri valdkondi ühendama mitte ainult tehnilise probleemi lahendamisel, vaid ka idee päriselt ellu viimisel.

Samm-sammult tugi ja erinevad raskusastmed

Maker-tegevused tuleb kujundada erineva oskused ja võimalused ja kogemustasemega õpilastele sobivaks. Peamised strateegiad:

- Pakkuge algajatele pettumuse vältimiseks selge ülesehitusega juhendamist, näiteks töölehti, malle ja vajaduse korral samm-sammulisi juhiseid keeruka tööriista kasutamiseks.
- Vähendage juhendamist ja suurendage iseseisvust järk-järgult, kui õpilaste kindlustunne kasvab.
- Pärast **vajalike tööriistade** ja toimingutega tutvumist pakkuge avatud lõpuga projekte.

Eristamine tagab, et kõik õpilased saavad tähenduslikult osaleda ja sobivas tempos areneda.

Töö kirjapanek ja selle üle arutamine

MakerSpace'is õppimine ei puuduta ainult lõpptoodet, vaid ka **loomisprotsessi**. Õpetaja peaks kaasama:

- Tegevused, mis aitavad oma töö üle mõelda, näiteks arutelud, päevikud ja esitlused.
- Disainiprotsessi dokumenteerimise (näiteks visandid, ekraanipildid, fotod ja logid).
- Võimalused, kus õpilased **selgitavad oma mõtlemist ja otsuseid**.

See aitab õpilasel mõista oma õppimist ja sõnastada, mida ta õppis või saavutas. Oma töö üle mõtlemist saab kasutada ka hindamisel. Allpool kirjeldatud võtted toetavad seda.

Hindamisviisid

Maker-põhise õppimise hindamine peab kajastama nii **protsessi kui ka** tulemust. Võimalikud lähenemised:

- Kujundav hindamine projekti arendamise ajal.
- Lõpliku valminud töö hindamine määratletud kriteeriumide alusel.
- Loovust, probleemilahendust ja koostööd hõlmavate hindamismaatriksite kasutamine.
- Õpilase arengut aja jooksul dokumenteeriv portfooliopõhine hindamine.

Hindamine peab olema õpieesmärkidega kooskõlas ning rõhutama **arengut ja mõistmist**.

Õpetajate koostöö

Edukas seong vajab sageli õpetajate koostööd. Peamised praktikad:

- Valdkondadeüleste projektide ühine kavandamine.
- Ressursside ja kogemuste jagamine.
- MakerSpace'i sessioonide ühine juhendamine.

Koostöö suurendab nii tegevuste kvaliteeti kui ka õpetajate kindlustunnet.

Alustage väiksest ja laiendage sammhaaval

Alustage lihtsast. Tehke üks projekt ühes õppeaines või lisage mõnda tundi lühike maker-tegevus. Kui kogemus kasvab, saate tegevusi siduda mitme ainega, teha pikemaid ja avatumaid projekte ning kaasata kogu kooli.

7.3 Aja, ruumi ja vahendite kasutamise reeglid

MakerSpace'i ohutu ja võrdne kasutamine vajab selgeid reegleid. Leppige kokku, kuidas jagatakse tööriistu, materjale, aega ja ruumi. Nii väheneb vaidluste ja raiskamise oht ning õppimiseks jääb rohkem aega. Reeglid peavad andma piisavalt korda, kuid mitte takistama loovust. Õpetajad ja õpilased peavad teadma, mille piires nad saavad iseseisvalt tegutseda.

Vahendite jagamise põhimõtted

Ressursside jaotamisel tuleb lähtuda järgmistest põhimõtetest:

- **Võrdne ligipääs:** kõigil õpilastel ja õpetajatel peab olema õiglane võimalus MakerSpace'i ning selle vahendeid kasutada, olenemata õppeainest või klassist.
- **Läbipaistvus:** tööriistade, materjalide ja ajavahemike kasutamise reegleid tuleb selgelt edastada ning järjepidevalt rakendada.
- **Tõhusus:** vahendeid tuleb kasutada viisil, mis suurendab nende hariduslikku väärtust ning vähendab jõudeaega ja raiskamist.
- **Püsivus:** kavandage materjalikulu ja seadmete kasutus nii, et vahendeid jätkuks pikaks ajaks.

Aja ja ruumi jaotamine

MakerSpace'i tõhus kasutus vajab selgeid ajastamis- ja juurdepääsureegleid. Peamised lähenemised:

- **Broneerimissüsteemid:** õpetajad reserveerivad konfliktide vältimiseks ruumi või kindla seadme ette.
- **Prioriteedireeglid:** suure nõudluse korral võib kool määrata eelistused, näiteks õppekavaga seotud kasutus enne õppekavaväliseid tegevusi.
- **Ajapiirangud:** ühiste või suure nõudlusega vahendite puhul võib laiema ligipääsu tagamiseks olla vaja ajapiiranguid.
- **Tsoonipõhine ligipääs:** sõltuvalt tegevusest ja järelevalve võimalustest võivad eri rühmad kasutada samaaegselt kindlaid tsoone.

Seadmete ja tööriistade jaotamine

Tööriistu ning seadmeid tuleb ohutu ja **nõuetekohase kasutuse** tagamiseks hallata. Peamised eeskirjad:

- **Juurdepääsutasemed:** määratlege koolituse, vanuse või kogemuse põhjal, millised kasutajad pääsevad kindlate tööriistade juurde.

- **Väljastamissüsteemid:** tööriistade väljastamine ja tagastamine registreeritakse, tagades vastutuse ning jälgitavuse.
- **Ühine või määratud kasutus:** mõni tööriist võib sessiooni ajaks olla määratud kindlale rühmale, teised jäävad ühiskasutusse.
- **Kasutusjuhised:** selged juhised tööriistade õigeks kasutamiseks, käsitlemiseks ja hoiustamiseks.

Materjalide ja tarvikute arvestus

Materjale ja tarvikuid tuleb jälgida, et need ootamatult otsa ei saaks ja raha ei kuluks asjatult. Tehke järgmist:

- **Kontrollitud jagamine:** piiramatu ligipääsu asemel jagage materjale rühma või projekti kaupa.
- **Kasutusjuhised:** soodustage tõhusat kasutamist ja vähendage raiskamist, näiteks kavandades enne materjali lõikamist.
- Ringlussevõtt ja korduskasutus: toetage jääkmaterjalide kasutamist ning püsivaid praktikaid.
- **Kulu seire:** jälgige kasutusmustreid, et teha täiendamis- ja eelarveotsuseid.

Kasutajate vastutus ja ootused

Kõigile MakerSpace'i kasutajatele tuleb kehtestada selged ootused. Õpilastelt ja õpetajatelt eeldatakse:

- Tööriistade ja materjalide **vastutustundlikku ning ohutut kasutamist**.
- Kehtestatud reeglite ja toimingute järgimist.
- Töökoha puhastamist ja korrastamist pärast kasutamist.
- Kahjustatud või puuduvatest esemetest teatamist.

Need ootused saab vormistada ruumis nähtavate reeglite, kasutuskokkulepete ja õpetaja regulaarsete meeldetuletuste kaudu.

Paindlikkus ja pidev täiustamine

Ressursside jaotamise eeskirjad peavad jääma paindlikuks ja kohandatavaks. Koolil tasub:

- Vaatama eeskirjad kogemuse põhjal regulaarselt üle.
- Koguma õpetajate ja õpilaste tagasisidet.
- Kohandama reegleid tõhususe ja õigluse parandamiseks.

Kuidas kasutusreeglid tööle panna?

Selged kasutusreeglid aitavad MakerSpace'il iga päev sujuvalt toimida. Kõigile peab olema arusaadav, kes ruumi kasutab, kuidas seadmeid käsitseda ja kes hoolduse eest vastutab. Reegleid tuleb järjepidevalt järgida. Nii kujuneb ruumist hästi korraldatud koht, kus kõik õpilased saavad luua, koostööd teha ja ühiste vahendite eest hoolitseda.



KOKKUVÕTE

Head eeskirjad

Head eeskirjad kaitsevad MakerSpace'i, toetavad õpilasi ja muudavad teie töö juhendajana lihtsamaks.

7.4 Projektide kirjapanek ja jälgimine

Projektide kirjapanek aitab muuta õppimise nähtavaks ja jälgitavaks. Maker-tegevuse väärtus ei ole ainult valmis esemes. Sama tähtsad on kavandamine, katsetamine ja lahenduse korduv parandamine. Kui õpilased ja õpetajad panevad selle töö käigu kirja, saavad nad tehtut hiljem analüüsida, sellest õppida ja projekti edasi arendada.

Miks tööd kirja panna?

Dokumenteerimisel on mitu pedagoogilist ja praktilist eesmärki, näiteks:

- **Õppeprotsessi jäädvustamine:** ideede, otsuste, probleemide ja iteratsioonide kirjapanek kogu projekti jooksul.
- **Õppimise üle mõtlemise toetamine:** aidake õpilastel mõista, kuidas nad õpivad ja oma tööd parandavad.
- **Hindamise hõlbustamine:** lõpptulemusest kaugemale ulatuvate tõendite pakkumine arengu, pingutuse ja saavutuse kohta.
- **Teadmiste jagamise võimaldamine:** õpilased ja õpetajad saavad jagada projekte, võtteid ning tähelepanekuid.

Mida kirja panna?

MakerSpace'i dokumentatsioon võib olenevalt vanuserühmast, tööriistadest ja eesmärkidest võtta eri vorme, näiteks:

- **Disainipäevikud või märkmikud:** õpilased salvestavad visandeid, plaane, märkmeid ja oma töö üle mõtlemine.
- **Digitaalne dokumentatsioon:** fotod, videod ja digifailid (näiteks kood ning disainifailid), mis jäädvustavad projekti eri etappe.
- **Projektilogid:** tegevuste, kasutatud materjalide ja arengu vahe-eesmärkide selge ülesehitusega ülestähendused.
- **Esitlusmaterjalid:** projekti tulemuste tutvustamiseks kasutatavad posterid, slaidid või demonstratsioonid.

Mitme vormi ühendamine annab õppeprotsessist terviklikuma pildi. Jälgimissüsteem peab olema lihtne, läbipaistev ja hõlpsasti hallatav.

Kuidas toetada arutelu ja tagasisidet?

Kasutage kirjutandut aruteluks ja tagasisideks. Selleks võite:

- Regulaarsed oma töö üle mõtlemisküsimused (näiteks „Mis toimis hästi?“ ja „Mida muudaksid?“).
- Vastastikuse tagasiside sessioonid, kus õpilased vaatavad üksteise tööd üle.
- Õpetaja tagasiside, mis keskendub nii protsessile kui ka tulemusele.

See arendab õpilaste kriitilist mõtlemist ning oskust lahendust korduvalt katsetada ja parandada. Vajaduse korral võib kasutada digiplatvormi. Ka lihtne paberpäevik töötab hästi, eriti siis, kui digivahendeid või raha on vähe.

Leidke tasakaal selgete nõuete ja paindlikkuse vahel

Dokumenteerimine on oluline, kuid see ei tohi muutuda liiga koormavaks, sest **nii võib kaduda loomise** rõõm ja tekkida tarbetu halduskoormus. Arvestage järgmist:

- Hoidke nõuded **vanusele sobivad ja hallatavad**.
- Liigse aruandluse asemel keskenduge sisukale arutelule ja oma töö üle mõtlemisele.
- Jätke paindlikkus eri projektitüüpide ja õpistiilide jaoks.

Siduge kirjutandu hindamisega

Dokumentatsioonil on hindamispraktikas **oluline roll**. Õpetaja saab seda kasutada selleks, et:

- Hinnata disainiprotsessi ja probleemilahendusstrateegiaid.
- Hinnata koostööd ja individuaalset panust.
- Jälgida arengut aja jooksul.



NÕUANDEVÄLI

Kolm visandit iga projekti kohta

Paluge iga projekti kohta teha kolm kiiret visandit: alguses, töö keskel ja lõpus. Nii saab disainiprotsessi kiiresti hinnata, muutmata dokumenteerimist kodutööks.

Portfoolio on oluline!

Mitut liiki dokumentatsiooni koondav portfoolio võib anda õpilase õppimisest tervikliku ülevaate.

7.5 Hooldus ja korrashoid

MakerSpace püsib ohutu ja töökorras ainult regulaarse hooldusega. Hoolduseta kuluvad tööriistad, materjalid lähevad segamini ja ruumi kasutamine muutub kiiresti raskeks. Siduge korrashoid igapäevaste tövõtetega. Pange selgelt paika, kes mille eest vastutab, mida tuleb teha ja millal seda kontrollitakse.

Hea hoolduse põhimõtted

- **Ennetamine, mitte tagantjärele** reageerimine: korrapärased kontrollid ja hooldus vähendavad rikete ja ohutusprobleemide tõenäosust.
- **Jagatud vastutus:** hooldus ei ole ainult õpetaja ülesanne; selgelt määratud rollides saavad aktiivselt osaleda ka õpilased.
- **Järjepidevus ja rutiin:** regulaarsed harjumused aitavad hooldust pikema aja jooksul jätkata.
- **Nähtavus ja vastutus: selged süsteemid** probleemidest teatamiseks ja nende jälgimiseks võimaldavad õigel ajal tegutseda.

Igapäevane hooldus

- **Tööala korrastamine:** pärast iga tegevust tuleb kõik materjalid ja tööriistad oma kindlasse kohta tagasi panna.
- **Tööriistade põhikontroll:** kontrollitakse, kas tööriistad on terved, töökorras ja ohutud.
- **Jäätmekäitlus:** jääkmaterjalide õige kõrvaldamine või ringlussevõtt.
- **Järgmiseks kasutuseks** ettevalmistamine: ruum seatakse uuesti korda, et see oleks järgmise tunni või tegevuse jaoks valmis.

Regulaarne hooldus ja kontroll

- **Seadmete ülevaatus: tööriistu** ja masinaid kontrollitakse kulumise, kahjustuste ning rikete suhtes.
- **Kalibreerimine ja teenindus:** tagatakse, et digitaalse valmistamise tööriistad ja elektroonikaseadmed töötaksid õigesti.
- **Inventari ülevaatus:** hinnatakse materjalide ja tarvikute varu ja tehakse kindlaks, mida on vaja juurde osta.
- **Ohutuskontroll:** veendutakse, et ohutusvahendid (nt esmaabikomplektid ja tulekustutid) on olemas ning heas seisukorras.

Rollid ja vastutus

- **Õpetajad/juhendajad:** jälgivad hooldusprotsesse, teevad kontrolle ja korraldavad remonti.
- **Õpilased:** osalevad tavapära ülesannetes, näiteks koristamises, korrastamises ja lihtsates kontrollides.
- **Tehniline personal (kui see on olemas):** tegeleb erihoolduse, remondi ja seadmete teenindamisega.

Rollide määramine (nt „tööriistade haldur“ või „materjalide koordinaator“) võib suurendada õpilaste tunnet, et ruum on ühine ja vastutust.

Vigadest teatamine ja remont

Probleemidest peab saama lihtsalt teatada. Hea lahendus sisaldab järgmist:

- **Teavitamise viis:** õpilased ja õpetajad saavad teatada kahjustatud või kadunud esemetest (nt logiraamatus või digivormil).
- **Jälgimissüsteem:** probleemide, paranduste ja asenduste kohta peetakse arvestust.
- **Reageerimisprotseduurid:** määratakse, kuidas ja millal parandustega tegeletakse ning millal tuleb probleem vajaduse korral kõrgemale tasandile suunata.

Digivahendite ja tarkvara hooldus

- **Tarkvarauuendused:** tagatakse, et süsteemid oleksid ajakohased ja töötaksid õigesti.
- **Andmehaldus:** õpilaste failid ja projektiandmed korrastatakse ning varundatakse.
- **Seadmete** korrashoid: sülearvuteid, tahvelarvuteid ja muid seadmeid hoitakse heas töökorras.

Vahendite säästlik kasutamine

Hoolduse juurde kuulub ka vahendite püsivu kasutamise edendamine, mis suurendab keskkonnavastutust ja kulutõhusust. Võimalikud tegevused on järgmised:

- Julgustage materjale hoolikalt kasutama, et vähendada jäätmeid.
- Kasutage materjale võimaluse korral uuesti ja suunake need ringlusse.
- Valige vastupidavad ja parandatavad tööriistad.

7.6 Materjalide ja tarvikute arvestus

Materjalid ja tarvikud, mis töö käigus ära kuluvad, on MakerSpace'i igapäevane osa. Nende hulka kuuluvad näiteks papp, puit, plast, elektroonikaosad, liimid ja 3D-printeri filament. Neid tuleb arvestada nii, et vajalik materjal oleks õigel ajal olemas, kulud püsiksid kontrolli all ja midagi ei raisataks.

Vajaduste etteplaneerimine

- Hinnake materjalivajadust kavandatud **tegevuste ja projektide põhjal**.
- Arvestage õpilaste arvu ja kasutussagedusega.
- Tehke kindlaks suure nõudlusega materjalid, mida tuleb korrapäraselt täiendada.

Materjalide läbimõeldud jagamine

- Jagage materjale rühma **või projekti kaupa, mitte ärge** võimaldage piiramatut ligipääsu.
- Valmistage **konkreetsete tegevuste jaoks** ette eelnevalt mõõdetud komplektid.
- Määrake materjalide jagamise ja kogumise eest vastutav õpilane (nt „materjalihaldur“).

Kasutage materjale säästlikult ja vähendage jäätmeid

- Julgustage õpilasi enne **materjalide kasutamist oma tegevust** kavandama (nt enne lõikamist visandit tegema).
- Edendage jääkmaterjalide ja komponentide taaskasutamist.
- Looge selgelt tähistatud alad **jääkmaterjalidele**, mida saab uuesti kasutada.
- Siduge püsivuse põhimõtted õppetegevustega; näiteks õpetage õpilasi kavandama masinate liikumisteid ja paigutama detailid tihedalt üksteise kõrvale (nt laserlõikuri tööalal), et vähendada materjalikadu ja masina tööaega.

Materjalide ja tarvikute hoiustamine

- Hoidke materjale selgelt **märgistatud ja kategooriate kaupa jaotatud anumates**.
- Hoidke sageli kasutatavad esemed kergesti kättesaadavas kohas.
- Kaitske tundlikke materjale (nt elektroonikat ja filamente) kahjustuste, niiskuse ning saastumise eest.
- Hoidke uued materjalid osaliselt kasutatud või jääkmaterjalidest eraldi.

Jälgimine ja varude täiendamine

- Jälgige kasutusmustreid, et tuvastada sageli kasutatavad materjalid.
- Määrake **minimaalne laovarude ja uue** tellimuse tegemise piir.
- Tehke perioodilisi inventuure.
- Määrake varude jälgimise ja täiendamise eest vastutav isik.

Materjalide ja tarvikute eelarve

Materjalid ja tarvikud on püsiv kulu. Lisage need kooli aastaeelarvesse eraldi reana. Eelistage materjale, mida kasutatakse põhitegevustes. Muutke summasid hiljem tegeliku kasutuse ja kogemuse järgi.

Õpilaste kaasamine ja vastutus

- Määrake rollid, näiteks **materjalide koordinaator või haldur**.
- Kaasake õpilased materjalide arvestusse ja korrastamisse.
- Kujundage vastutustundlikku vahendikasutust.



HOIATUS

Ilma selge reeglita muutub jääkmaterjali kast kergesti püsivaks laoks. Vaadake jäägid kord kuus üle. Visake ära see, mida ei ole kahe kuu jooksul kasutatud.



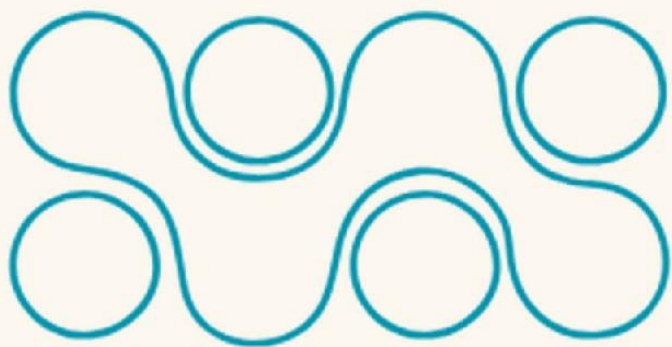
NÕUANDEVÄLI

Materjalide kavandamine maker-protsessi osana

Enne tegevust küsige õpilastelt: „*Mida teil vaja on ja kui palju?*“ Laske neil teha kiire visand, materjalide nimekiri või arutada vajadused rühmas läbi. See vähendab jäätmeid ja õpetab päriselus vajalikku säästlikkust ning leidlikkust.

Jälgige laovaru tähelepanelikult

Kontrollige varusid korrapäraselt, määrake enne materjalide lõppemist uue tellimuse piir ning lisage materjalid ja tarvikud algusest peale aastaeelarvesse.



TAME PILOOTTEGEVUSTE LÄBIVIIMINE

8. TAME piloottegevuste läbiviimine

Selles peatükis muudame üldised juhised TAME pilootide konkreetseks tööplaaniks. Vaatame, kuidas partnerkool piloodiks valmistub, millised miinimumnõuded tuleb täita ning kuidas jagunevad tegevused ja vahe-eesmärgid kolme pilootvooru vahel.

8.1 Kooli ettevalmistamine piloodiks

TAME koolipiloot vajab koolilt läbimõeldud ettevalmistust. Kool peab olema valmis nii praktiliseks tööks, õpetamiseks kui ka korralduseks. Ettevalmistus seob käsiraamatu ja WP2 koolitusmoodulid päris klassiruumis tehtavate maker-tegevustega.

Kontrollige kooli valmisolekut

- **Toimiv MakerSpace:** ettevalmistatud keskkond (labor, nurk või mobiilne lahendus), kus on olemas vajalikud tööriistad, materjalid ja ohutusvahendid.
- **Kindlaksmääratud töökorraldus:** selged ligipääsu-, ajakava-, ohutus- ja vahendihalduse reeglid.
- **Tehniline valmisolek:** vajalik tehniline baas (elekter, ühenduvus, hoiuruumid) ja põhiline tehniline tugi on olemas.

See tagab, et MakerSpace toetab pilootvoorude **ajal järjepidevat ja** usaldusväärset rakendamist.

Õpetajate ettevalmistamine ja oskuste arendamine

Pilootides osalevad õpetajad – nii õpetajakoolituse **üliõpilased kui ka töötavad õpetajad** – peavad olema maker-tegevuste läbiviimiseks piisavalt ette valmistatud.

- TAME maker-hariduse õppemoodulite koolitus on läbitud.
- Maker-pedagoogika, tööriistade ja klassi juhtimise strateegiad on tuttavad.
- Õpetajal on kindlus praktilise **ja õppijakeskse õppe juhendamisel**.

Lisaks tuleb õpetajaid toetada koolitusel õpitu muutmisel **praktilisteks klassitegevusteks**, õpilaste koostöö ja projektõppe juhtimisel ning rakendamise käigus tekkivate võimalike probleemide lahendamisel.

Maker-tegevuste koosloome

TAME pilootide keskne osa on õpetajate ja projekti konsortsiumi ühine õppetegevuste kavandamine (ülesanne 5.2). Siia kuuluvad:

- Maker-tegevuste kohandamine kohaliku klassiruumi konteksti ja õppekavaga.
- Kooskõla tagamine kolme TAME õppemooduliga.
- Projektide kavandamine nii, et need oleksid olemasoleva aja, ruumi ja vahenditega tehtavad.
- Loovuse, katsetamise ja ainetevahelise õppimise võimaluste loomine.

Koosloome tagab, et tegevused on nii pedagoogiliselt tähenduslikud kui ka praktikas tehtavad.

Piloodi tegevuste kavandamine

- **Ajakava:** piloottegevused lisatakse kooli tunniplaani kolmel järjestikusel semestril.
- **Klasside valik ja korraldus:** määratakse osalevad klassid (ligikaudu viis klassi kooli kohta ja 20 õpilast klassis) ning õpilased jaotatakse **koostöörühmadesse**.
- **Projekti ulatus ja kestus:** igale maker-projektile seatakse realistlik ajakava, mis jätab piisavalt aega kavandamiseks, arendamiseks ja oma töö üle mõtlemiseks.
- **Ressursside jaotamine:** kogu piloodi vältel tagatakse materjalide, tööriistade ja õpetajatoe kättesaadavus.

Koostöö konsortsiumiga

- Ekspertide juhendamine ja mentorlus (veebis ja kohapeal).
- Pidevad suhtluskanalid tagasiside andmiseks ja probleemide lahendamiseks.
- Osalemine koordineeritud tegevustes ja vahe-eesmärkide täitmisel.

Iga kool peaks määrama **kohaliku** koordinaatori, kes hõlbustab suhtlust ja tagab kooskõla projekti nõuetega.

Õpilaste ettevalmistamine osalemiseks

12–17-aastased õpilased tuleb maker-projektides osalemiseks ette valmistada järgmiste tegevuste abil:

- MakerSpace'i reeglite, tööriistade ja ohutusprotseduuride tutvustamine.
- Sissejuhatus **koostöösse ja meeskonnaprojektidesse**.
- Osalemiseks vajalike põhioskuste arendamine.

Õpilased töötavad tavaliselt 3–4-liikmelistes meeskondades, mistõttu tuleb tähelepanu **pöörata rühmadünaamikale ja rollide jaotusele**.

Valmisolek tegevusi kirja panna ja jälgida

- Projekti elluviimise ja edenemise jälgimine.
- Õppimise ja osalemise tõendite kogumine.
- Kogemuste dokumenteerimine hilisemaks jagamiseks.

Toetava koolikeskkonna loomine

- Kooli juhtkonna kaasamine.
- Osalevate õpetajate koostöö.
- Laiema koolikogukonna teadlikkus.



KOKKUVÕTE

Valmisolek ühe lausega

Teie kool on valmis siis, kui asendusõpetaja saab samal päeval ruumi tulla, vaadata ruumi, seinal olevaid reegleid ja broneerimislehte ning viia tegevuse ohutult läbi.

8.2 Mida on piloodi alustamiseks vaja?

Et TAME piloodid toimiks eri koolides piisavalt ühtmoodi, on vaja kokku leppida miinimumnõuded. Need näitavad, milline valmisolek peab olema igal osaleval koolil. Samal ajal võib kool tegevusi oma kohalike olude järgi kohandada.

Eesmärk ei ole kõiki MakerSpace'e standardiseerida, vaid tagada, et iga kool suudab **pilootetappides maker-hariduse tegevusi ohutult, usaldusväärselt** ja sisukalt ellu viia.

Toimiv MakerSpace

- Maker-tegevuste jaoks eraldatud või määratud ala.
- Põhilised tööpinnad ja istumiskohad.
- Tööriistade ja materjalide korrastatud hoiustamine.
- Eri tegevusliikide selge tsoonideks jaotamine, isegi kui see on minimaalne.

Ruum peab toetama õpilasmeeskondade praktilist koostööd.

Vajalikud seadmed ja materjalid

Igas pilootkoolis peab olema tasakaalustatud valik vahendeid elektroonika, robotika ja digitaalse valmistamise tegevusteks. Need kolm valdkonda vastavad WP2 põhikoolitusmoodulitele. Vahendid peavad võimaldama praktilist tööd ja eri aineid ühendavaid projekte. Väga kallite või kitsalt erialaste seadmete asemel eelistage töökindlaid, lihtsasti kasutatavaid ja õppimiseks sobivaid lahendusi. Üksikasjalik nimekiri on lisas 2.

a. Elektroonika

- Algtaseme mikrokontrollerid (nt micro:bit ja Makey Makey).
- Täiustatud mikrokontrollerid (nt Arduino).
- Põhilised elektroonikakomponendid (LEDid, takistid, andurid ja täiturid).
- Maketeerimisplaadid ja juhtmekomplektid.
- Toiteallikad (akupakid, USB-ühendused).

Need vahendid võimaldavad õpilastel kavandada ja ehitada **interaktiivseid süsteeme** ning toetavad programmeerimise, andmekogumise ja päriseluprobleemide lahendamise õppimist.

b. Robotika

TAME projektis lähtutakse robotikas isetegemisest ja konstruktsionistlikust õppimisest. Õpilased ei kasuta ainult valmis või suletud robotikomplekti. Nad kavandavad ja ehitavad võimalikult palju ise ning loovad oma algupärase roboti. Tavaliselt on vaja järgmisi vahendeid:

- **Mikrokontrollerid** (nt micro:bit ja Arduino) programmeeritavate juhtseadmetena.
- **Elektroonikakomponendid** (mootorid, mootoridraiverid, andurid ja toitemoodulid).

- **Mehaanilised ehitusmaterjalid** (nt lihtsad konstruktsioonidetailid, taaskasutatud materjalid ja 3D-prinditud osad).
- Põhilised prototüüpimise tööriistad kokkupanekuks ja ehitamiseks.

Mõnda moodulkomplekti võib kasutada, kui selle osi saab vabalt ühendada. Komplekt ei tohiks sundida ehitama ainult üht ette määratud robotit. Kasutage seda osade kogumina, mitte valmis „ehita ja käivita“ tootena.

Kasutusviisid:

- Lihtsate autonoomsete või kaugjuhitavate robotite kavandamine.
- Konkreetsete ülesannete jaoks kohandatud mehhanismide ehitamine (nt liikumine, tajumine ja suhtlus).
- Robootika ühendamine elektroonika ja digitaalse valmistamisega ainetevahelistes projektides.

Selline lähenemine tagab, et robootikategevused järgivad maker-hariduse põhimõtteid, arendades sügavat õppimist, tunnet, et ruum on ühine ja tehnilist mõistmist ning vältides liigset sõltuvust valmiskomplektidest.

c. Digitaalne valmistamine

Digitaalne valmistamine viib õpilaste disainitöö füüsilise tootmiseni. Kui vahendid võimaldavad, soovitatakse koolidel tagada ligipääs protsessi toetavatele tööriistadele ja materjalidele, sealhulgas:

- Arvutid põhilise disainitarkvaraga (nt CAD-tööriistad).
- Vähemalt üks digitaalse valmistamise tööriist (nt 3D-printer).
- Materjalid, näiteks filament või muud valmistusmaterjalid.

Kui põhjalikumaid seadmeid veel ei ole, saab sarnaseid õpitulemusi saavutada lihtsamalt. Kasutage näiteks papist mudeleid või käsitsi valmistamise võtteid. Tähtis ei ole tööriista keerukus. Oluline on, et õpilane liiguks mõtestatud kavandamise ja valmistamise käigus ideest füüsilise esemeni.

d. Täiendavad käsitöö- ja prototüüpimismaterjalid

Kõigi kolme mooduli jaoks peaksid koolid tagama ka järgmised vahendid:

- Üldised käsitöö- ja prototüüpimistööriistad (lõikeriistad, liimid ja mõõtevahendid).
- Mitmesugused kulumaterjalid (papp, plast, juhtmed ja taaskasutatud materjalid).

Mida silmas pidada?

- Kasutuse ja kulude optimeerimiseks jagatakse seadmeid õpilasmeeskondade vahel.
- Tööriistad ja materjalid peavad vastama 12–17-aastaste õpilaste vanusele ja oskustasemele.
- Koolidel tasub eelistada kasutusmugavust, ohutust ja mitmekülsust.
- Lahendus peab võimaldama piloodi ajal igal õpilasmeeskonnal teha vähemalt ühe maker-projekti.

Ohutus ja riskide ennetamine

Kõik osalevad koolid peavad rakendama **põhilisi ohutusmeetmeid**, sealhulgas:

- Selgelt määratletud ja kõigile tutvustatud **ohutusreeglid ning protseduurid**.
- Õpilaste **ohutusalane sissejuhatus ja** koolitus enne osalemist.
- Põhiliste **ohutusvahendite olemasolu** (nt esmaabikomplekt).
- Piisav **järelevalve kõigi tegevuste ajal**.

Ettevalmistatud õpetajad

Pilootides osalevad õpetajad peavad:

- Olema läbinud **TAME maker-hariduse koolitusmoodulid**.
- Tundma MakerSpace'i **keskkonda ja tööriistu**.
- Suutma juhendada **õppijakeskset projektõpet**.

Lisaks peaksid õpetajad olema valmis tegema koostööd konsortsiumi ja kolleegidega, kohandama tegevusi oma klassiruumi kontekstiga ning toetama meeskonnatööd ja õpilaste kaasatust.

Selge tegevuskava

Igal koolil peab olema selge **piloodi elluviimise kava, mis hõlmab** järgmist:

- Maker-tegevustele määratud ajad kooli tunniplaanis.
- Osalevate klasside ja õpilasrühmade määramine.
- Maker-projektide kestuse ja ulatuse kindlaksmääramine.
- Ressursside jaotamine (ruum, materjalid ja järelevalve).

Õpilaste korraldus ja osalemine

Õpilased töötavad tavaliselt kolme- või neljaliikmelistes rühmades. Igal liikmel peab olema selge roll ja vastutus. Rolle võib soovi korral vahetada. Selgitage enne töö algust meeskonnatöö põhimõtteid ja projekti ootusi. Kõigil õpilastel peab olema päris võimalus osaleda ja panustada.

Tegevuste kirjapanek ja aruandlus

Kool peab piloottegevused kirja panema ja neid jälgima. Selleks tuleb:

- Projekti edenemise ja tulemuste jälgimine.
- Õpilaste töö ja õppimise tõendite kogumine.
- Kogemuste, probleemide ja heade tavade talletamine.

Suhtlus ja töö koordineerimine

Iga kool peaks sisse seadma järgmised lahendused:

- **Kohalik koordinaator**, kes vastutab piloodi korraldamise eest.
- Korrapärane suhtlus TAME konsortsiumiga.

- Osalemine kavandatud koosolekutel, töötubades ja tagasisidesessioonidel.

Valmisolek digivahendeid kasutada

Projekti koostöise ja riikidevahelise iseloomu tõttu peab koolidel olema:

- Ligipääs **suhtlemiseks ja materjalide jagamiseks** vajalikele digivahenditele ning platvormidele.
- Osalevate õpetajate põhiline digipädevus.
- Võime dokumente ja projektitulemusi üles laadida ning jagada.

Kui miinimumnõuded on täidetud, on kool valmis maker-tegevusi ohutult, sujuvalt ja järjepidevalt läbi viima. Ühised nõuded annavad kõigile TAME pilootkoolidele sama lähtekoha. Iga kool saab siiski tegevused oma olude järgi kohandada ja proovida uusi lahendusi.

8.3 Ajakava ja vahe-eesmärgid

TAME piloodid toimuvad kolmel järjestikusel semestril ning neis osaleb mitu kooli, õpetajat ja õpilasrühma. Seepärast on vaja selget ajakava ja kindlaid vahe-eesmärke. Need aitavad tegevusi koordineerida, jälgida ja ühest voorust järgmisse arendada. Ajakava peab olema partnerite võrdlemiseks piisavalt ühesugune. Samal ajal peab see arvestama iga kooli tunniplaani ja kohalikke olusid.

Piloodi üldine ajakava

TAME piloodid on korraldatud kolme põhietapi, **mida korratakse** kõigis kolmes pilootvoorus:

- **Ettevalmistusetapp (enne pilooti).**
- **Rakendusetapp (piloodi läbiviimine).**
- **Arutelu ja kogemuste jagamise etapp pärast pilooti.**

1. etapp: ettevalmistus (enne iga pilootvooru)

Orienteeruv kestus: 3–4 nädalat enne piloodi algust.

Peamised vahe-eesmärgid:

- Õpetajate **koolitus (TAME õppemoodulid)** on lõpetatud.
- Koos loodud **maker-tegevused** on ette valmistatud.
- Osalevad klassid ja õpilasmeeskonnad on kinnitatud.
- MakerSpace'id, **materjalid ja seadmed** on ette valmistatud.
- Dokumenteerimis- ja **suhtlusvahendid** on kasutusele võetud.
- Piloottegevused on kooli tunniplaani paigutatud.

Tulemus: koolid on täielikult valmis, õpetajad ette valmistatud ja tegevused projekti eesmärkidega kooskõlas.

2. etapp: piloodi läbiviimine

Orienteeruv kestus: üks koolisemester iga pilootvooru kohta.

Peamised vahe-eesmärgid:

- **Piloottegevuste käivitamine** osalevates klassides.
- Õpilasmeeskondade **moodustamine** (ligikaudu neli õpilast meeskonnas).
- Maker-projektide **elluviimine**: kavandamine → prototüüpimine → katsetamine → täiustamine.
- **Konsortsiumi pidev tugi** veebis ja/või kohapeal.
- Pidev seire ja **mitteametliku tagasiside kogumine**.
- Vahekontroll **või ülevaatesessioon** (vabatahtlik, kuid soovitatav).

Tulemus: õpilased osalevad aktiivselt maker-projektides ning õpetajad rakendavad päris klassiruumis koolitusel õpitud pedagoogikat.

3. etapp: arutelu ja kogemuste jagamine pärast pilooti

Orienteeruv kestus: 1–3 nädalat pärast piloodi lõppu.

Peamised vahe-eesmärgid:

- Projekti dokumentatsiooni **kogumine ja korrastamine**.
- Õpetajate oma töö üle mõtlemine õnnestumiste, probleemide, õpilaste kaasatuse ja õpitulemuste üle.
- Osalemine **veebitöötubades ja tagasisidesessioonidel**.
- Kogemuste jagamine **digiplatvormide kaudu**.
- Heade tavade ja **õppetundide väljaselgitamine**.

Tulemus: teadmised koondatakse ja neid jagatakse konsortsiumis, toetades pidevat täiustamist ning kogukonna kujunemist.

Areng ühest pilootvoorst järgmisse

- **1. pilootvoor:** esmane rakendamine, lähenemisviiside katsetamine ja probleemide tuvastamine.
- **2. pilootvoor:** tegevuste ja tavade täiustamine tagasiside põhjal.
- **3. pilootvoor:** kinnistamine ja optimeerimine, keskendudes laiendatavusele ning mõjule.

Iga voor tugineb eelmisele, võimaldades järkjärgulist täiustamist ja sügavamat sidumist.

Paindlikkus ja kohandamine

Paindlikkus on vajalik, et rakendamine oleks tehtav ja kontekstitundlik. Kuigi ajakava loob selge ülesehitusega raamistiku, peaksid koolid seda kohandama järgmiste asjaoludega:

- Õppeaasta ja tunniplaani piirangud.
- Kohalikud tingimused ja ettenägematud probleemid.
- Õpetajate ja õpilaste konkreetsed vajadused.

Piloodieelne ettevalmistus

- Õpetajate koolitus
- Tegevuste kooskavandamine
- Ruumi ja materjalide ettevalmistamine
- Klasside ja meeskondade kinnitamine
- Tunniplaani koostamine

Piloot 1 · Elektroonika**Ettevalmistus****Piloot 2 · Robotika****Ettevalmistus****Piloot 3 · Digitaalne valmistamine****Ettevalmistus****Elluviimine**

- Piloottegevuste käivitamine
- Õpilasarühmade moodustamine
- Kavandamine → prototüüpimine → katsetamine
- Konsortsiumi tugi
- Seire ja tagasiside
- Vahekokkuvõtte

Elluviimine**Elluviimine****Elluviimine****Piloodijärgne refleksioon**

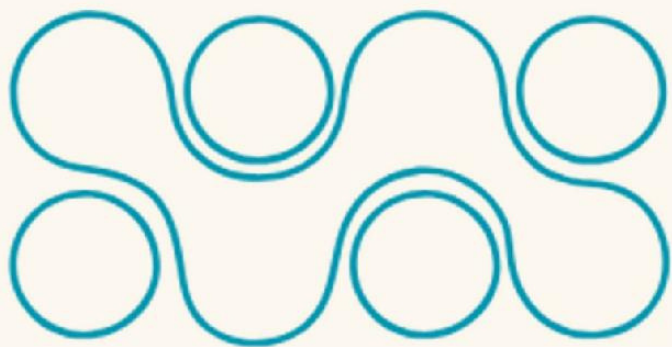
- Dokumentatsiooni korrastamine
- Õpetajate refleksioon
- Veebitöötod
- Jagamine digiplatvormide kaudu
- Parimate tavade tuvastamine

Refleksioon ja jagamine**Refleksioon ja jagamine****Refleksioon ja jagamine****Piloot 1**
Elektroonika**Piloot 2**
Robotika**Piloot 3**
Digitaalne valmistamine

annab sisse

annab sisse

Joonis 10. TAME pilootvoorude järkjärguline areng



**KUIDAS MAKERSPACE
PÜSIMA JÄÄB JA KASVAB**

9. Kuidas MakerSpace püsima jääb ja kasvab

Piloot lõpeb, kuid MakerSpace ei tohiks lõppeda. Selles peatükis vaadeldakse pikaajalist perspektiivi: kuidas hoida seadmed töökorras, leida rahastust ja kujundada MakerSpace'i ümbritsev võrgustik.

9.1 Kuidas ruumi kaua töökorras hoida?

Pärast ruumi loomist ja esimest pilooti tuleb mõelda sellele, kuidas MakerSpace'i kaua töös hoida. Selleks on vaja regulaarset hooldust ja kindlat töökorraldust. Püsima jäämine ei sõltu ainult tehnikast. Ka inimesed, õpetamise viisid ja kooli otsused peavad tegevust toetama. Nii püsib ruum kasutatav, vastab õppijate vajadustele ja areneb aja jooksul.

Planeerige ennetav hooldus

Püsiv MakerSpace vajab ennetavat hooldust. Ärge oodake, kuni seade läheb katki. Tehke järgmist:

- Tööriistade ja **seadmete korrapäraste** hooldusaegade kehtestamine.
- Perioodilised ülevaatused kulumise või rikke varaseks avastamiseks.
- Hoolduspäevikute pidamine probleemide ja sekkumiste jälgimiseks.

Planeerige seadmete kasutusega

Kõigil tööriistadel ja tehnoloogiatel **on piiratud eluiga** ning koolid peavad seda arvesse võtma. Põhikaalutlused on järgmised:

- Eri **seadmetüüpide** eeldatava kasutusea määramine.
- Asendamis- või **uuendamistsüklite kavandamine**.
- Vastupidavate, parandatavate ja **moodulipõhiste seadmete eelistamine**.

Kasutage materjale ja tarvikuid säästlikult

Pikaajaline toimimine sõltub materjalide **pidevast kättesaadavusest**. Võimalikud strateegiad on järgmised:

- Eraldage materjalidele ja tarvikutele igal aastal kindel summa.
- Jälgige kasutust, et teha põhjendatud ostuotsuseid.
- Taaskasutamise ja ringlussevõtu edendamine kulude vähendamiseks.



NÕUANDEVÄLI

Arvestage väikese varuga vigade jaoks

Viga on maker-tegevuse loomulik osa. Puit võib saada valesti lõigatud, viimistlus kahjustuda ja 3D-print ebaõnnestuda. Tellige tähtsaid materjale võimaluse korral 10-20% rohkem või hoidke põhiosadest väikest varu. Mõõdukas ülejääk maksab vähem kui kogu töö seiskumine ühe vigase detaili või otsa saanud materjali tõttu. Varu annab õpilastele ka ruumi katsetada ja lahendust parandada.

Ostke võimaluse korral mõistlikus koguses

Viimase hetke tellimine maksab sageli rohkem, kui arvestada transpordi- ja tellimustasusid. Kavandage projektid võimaluse korral ette ning ostke materjale ja tarvikuid suuremas koguses, et vähendada ühikuhinda.

Arendage koolis vajalikke oskusi

Püsivuse üks põhitegureid on koolisisese pädevuse arendamine. Siia kuuluvad:

- Mitme õpetaja koolitamine MakerSpace'i tõhusaks kasutamiseks.
- Ühest „ekspertõpetajast“ sõltumise vältimine.
- Töötajate vastastikuse õppimise ja teadmiste jagamise toetamine.

Siduge MakerSpace kooli igapäevatööga

MakerSpace'id on püsivamad, kui need on seotud kooli struktuuride ja tavadega. Peamised tegevused:

- Maker-tegevuste sidumine õppekavasse ja kooli tööplaani.
- MakerSpace'i toimimise lisamine kooli **kordadesse ja eelarvesse**.
- Ametlike rollide määramine (nt MakerSpace'i koordinaator).

Partnerlused ja väline tugi

MakerSpace'i aitab kaua töös hoida koostöö partnerite ja teiste maker-hariduse võrgustikega. Nende kaudu saab teadmisi, vahendeid, koolitusi ja ühiseid projekte. Samuti ulatub ruumi mõju koolist kaugemale. Peamised võimalused on järgmised:

- **Partnerlus kohalike asutustega: ülikoolid**, uurimiskeskused, raamatukogud või innovatsioonikeskused võivad anda ligipääsu täiustatud seadmetele, mentorlusele ja tehnilisele pädevusele ning pakkuda võimalusi ühisprojektideks või õpilaskülastusteks.
- **Osalemine maker-kogukondades ja muudes võrgustikes:** [Fab Lab Network](#), [Maker Faire](#), [European Schoolnet](#), [Scientix ja MakerEd](#).
- **Osalemine Euroopa Liidu ja rahvusvahelistes** algatustes: Erasmus+, STEM- või digihariduse algatused võivad pakkuda rahastusvõimalusi, koolitusmaterjale ja riikidevahelist koostööd.

- **Koostöö ettevõtete ja kohaliku ärisektoriga:** sponsorlus või seadmeannetused, päriselulised projektiülesanded ning kokkupuude STEM- ja loomevaldkonna elukutsetega.
- **Ligipääs jagatud või välistele MakerSpace'idele:** kohalikud fab lab'id või innovatsioonikeskused spetsialiseeritud seadmete ja autentsete maker-kogemuste jaoks.

Partnerid ja võrgustikud toovad kooli uusi töövõtteid, tehnoloogiaid ja ideid. Sama tähtis on ruumi regulaarselt hinnata. Koguge õpetajate ja õpilaste tagasisidet. Vaadake üle, kui palju ja kuidas ruumi kasutatakse. Muutke selle põhjal vahendeid ning reegleid. Kui koolitab töötajaid, hindab tegevust pidevalt ja seob MakerSpace'i kooli tavapärase tööga juba algusest peale, saab ruumi kasutada sisukaks ning loovaks õppimiseks veel kaua pärast esimest pilooti.



NÕUANDEVÄLI

Hinnake vähehaaval ja sageli

Võtke igal õppeperioodil koos õpilaste ja kolleegidega veidi aega, et vaadata üle, mis töötab ja mis mitte. Väikseid korrapäraseid muudatusi on lihtsam teha kui üht suurt ümberkorraldust. Nii püsib MakerSpace elav ja vastab teie kooli vajadustele.

9.2 Rahastusvõimalused ja partnerlused

MakerSpace'i hoidmiseks ja arendamiseks ei piisa tavaliselt ühest rahastusallikast. Algraha võib tulla näiteks TAME projektist. Pikas plaanis peab kool leidma ja kombineerima mitut rahaallikat. Samuti on vaja partnerlussuhteid, mis annavad lisaks rahale teadmisi, oskusi või muid võimalusi.

Avalik rahastus ja haridusprogrammid

- **Euroopa rahastusprogrammid:** Erasmus+ (haridusuuendus, õpetajakoolitus ja koostööprojektid) ning „Euroopa horisont“ (teadus- ja innovatsioonitegevus, STEM- ja digiharidus).
- **Riiklikud ja piirkondlikud rahastusmeetmed:** haridusministeeriumid või kohalikud omavalitsused võivad pakkuda toetusi digipöördeks, STEM-hariduseks ja kooli uuendusteks.

Nende rahastusallikatega saab toetada **seadmete soetamist, õpetajate koolitamist ja piloottegevusi.**

Kooli eelarvest rahastamine

Pikaajalise püsivuse tagamiseks tuleb MakerSpace siduda kooli tavapärase finantsplaneerimisega. Peamised tegevused on järgmised:

- Eraldage igal aastal kindel summa materjalidele, tarvikutele, hooldusele ja väiksematele uuendustele.
- Lisage MakerSpace'i vajadused **kooli arengukavasse**.
- Eelistage kulutõhusaid investeeringuid, mille hariduslik väärtus on suur.

Partnerlus ettevõtluse ja erasektoriga

Koostöö ettevõtete ja tööstuspartneritega võib pakkuda nii rahalist kui ka mitterahalist tuge. Võimalused hõlmavad järgmist:

- Sponsorlus või seadmete ja materjalide annetamine.
- Ligipääs **päriselulistele ülesannetele ja projektiideedele**.
- Külalisesinejad, mentorlus või tehniline pädevus.

Koostöö ülikoolide ja teadusasutustega

Partnerlus kõrgkoolidega võib pakkuda:

- Ligipääsu **täiustatud rajatistele ja laboritele**.
- Tuge õpetajate **koolitamisel ja professionaalsel arengul**.
- Võimalusi **ühisprojektideks või teaduspõhiseks õppimiseks**.

Kogukonna- ja kohalikud partnerlused

Kohalik kogukond võib MakerSpace'e olulisel määral toetada, sest see aitab kujundada tunnet, et ruum on ühine ja pikaajalist tuge. Näited:

- Koostöö kohalike MakerSpace'ide, raamatukogude või innovatsioonikeskustega.
- Vanemate ja kogukonnaliikmete kaasamine vabatahtlike või mentoritena.
- Osalemine kohalikel üritustel, näitustel või algatustes.

Mitterahaline abi ja vahendite jagamine

Kõik toetus ei pea olema rahaline. Koolid võivad saada kasu järgmisest:

- Materjalide või kasutuseeta seadmete annetused.
- Rajatiste ühiskasutus koolide või asutuste vahel.
- Spetsialistide või harrastajate vabatahtlik oskusteave.

Püsivate partnerlussuhete loomine

Hea partnerlus vajab selget ja ettevaatavat plaani:

- Leidke partnerid, kelle tegevus sobib kooli hariduslike eesmärkidega.
- Määrake selged rollid, ootused ja vastastikune kasu.

- Hoidke korrapärast suhtlust ja koostööd.
- Hinnake partnerlusi, et tagada nende jätkuv väärtus.



NÕUANDEVÄLI

Tehke igal õppeperioodil üks partnerlustaotlus

Valige igaks õppeperioodiks üks võimalik partner. See võib olla kohalik ettevõte, erialaspetsialistist lapsevanem või lähedal asuv ülikoolilabor. Esitage igal perioodil üks konkreetne abipalve. Kahe aastaga võib nii tekkida mitmekesine toetajate võrgustik.

9.3 Koostöö kogukonnaga ja info jagamine

Koostöö kogukonnaga aitab muuta MakerSpace'i koolisisesest vahendist ühiseks õppimise ja uute lahenduste loomise kohaks. Kaasake lapsevanemaid, kohalikke organisatsioone ja teisi kogukonna liikmeid. Nii muutub maker-haridus nähtavamaks, kooli vajadustega paremini seotuks ja püsivamaks. Õpilased saavad samal ajal töötada päriselu ülesannetega.

Selgitage, miks MakerSpace'i on vaja

Kogukonna kaasamise esimene samm on tagada, et osapooled mõistaksid maker-hariduse eesmärgi ja väärtust. Peamised tegevused:

- Korraldage **avatud uste päevi või näidisüritusi, kus** tutvustatakse õpilaste projekte.
- Jagage teavet uudiskirjade, kooli veebilehe või sotsiaalmeedia kaudu.
- Tõstke esile selliste oskuste **arengut nagu loovus, probleemilahendus ja koostöö.**

Õpilastööde tutvustamine

Õpilaspriikide avalik jagamine kinnitab maker-tegevuste tähtsust ja motiveerib õppijaid. Võimalikud viisid:

- Näitused koolis või kohalikus kogukonnas.
- Osalemine kohalikel laatadel, festivalidel või innovatsiooniüritustel.
- Digitaalsed väljapanekud (nt veebiportfoolid, videod ja projektigaleriid).

Kuidas infot jagada?

MakerSpace'id võivad olla laiemate hariduslike teabe jagamine platvormid. Võimalikud algatused:

- Töötoad teistele koolidele või haridustöötajatele.
- Kogukonna maker-päevad või STEM-üritused.
- Osalemine piirkondlikes või riiklikes haridusalgatustes.

Looge tegijate võrgustik

Püsiv koostöö vajab pikaajalisi suhteid ja võrgustikke. Seda saab toetada nii:

- Looge partneritega korrapärased suhtluskanalid.
- Osalege riiklikes ja rahvusvahelistes haridustöötajate kogukondades.
- Julgustage õpetajaid oma tavaid jagama ja koostööd tegema.

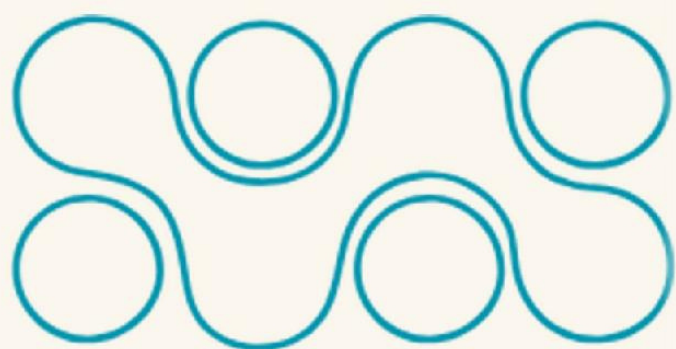
Kõik see võib aidata kujundada **praktikakogukonda**, mis toetab pidevat õppimist ja innovatsiooni.

Tehke osalemine kõigile võimalikuks

Kogukonna kaasamine peab olema kõiki hõlmav ja ligipääsetav. Põhikaalutlused:

- Tagage osalemisvõimalused mitmesugustele rühmadele.
- Kavandage vastuvõtlikud ja kohandatavad tegevused.
- Vähendage ligipääsutõkkeid, näiteks kulusid, ajapiiranguid ja varasema kogemuse nõuet.

Hea koostöö kogukonnaga muudab MakerSpace'i tuntud kohaks, kuhu tekib juurde partnereid ja välist tuge. See aitab ruumil kaua püsida. Õpilased saavad lahendada päriselu ülesandeid ning siduda koolis tehtava töö kogukonna vajaduste ja töömaailmaga. MakerSpace võib kasvatada uudishimu ja õppimishuvi ka väljaspool kooli. Kui neid sidemeid teadlikult arendada, suureneb maker-hariduse ulatus ja mõju.



**MIDA VARASEMAD
KOGEMUSED ÕPETAVAD**

10. Mida varasemad kogemused õpetavad

Eri kontekstides ja pilootides korduvad mõned õppetunnid nii sageli, et väärivad eraldi peatükki. Kasutage neid mõistlikkuse kontrollina iga olulise otsuse eel.

- **Alustage lihtsalt ja laiendage järk-järgult:** edukad MakerSpace'id alustavad sageli tagasihoidliku lahendusega ning kasvavad aja jooksul.
- **Pedagoogika on tehnoloogiast tähtsam:** õpikogemuse kvaliteet sõltub õpetamisviisidest, mitte tööriistade keerukusest.
- **Õpetajate tugi on otsustava tähtsusega:** tõhus rakendamine eeldab koolitust, koostööd ja enesekindluse kujundamist.
- **Paindlikkus on võtmetähtsusega:** ruumid, tööriistad ja tegevused peavad kohanema muutuvate vajaduste ning kontekstidega.
- **Õpilaste ühine vastutustunne parandab õppimist:** projektide eest vastutuse andmine suurendab kaasatust ja motivatsiooni.
- MakerSpace püsib paremini siis, kui tegevused on seotud õppekava ja kooli igapäevatööga.

Levinud probleemid ja lahendused

Probleem	Kirjeldus	Võimalikud lahendused
Piiratud eelarve	Seadmete ja materjalide jaoks ei ole piisavalt raha.	Alustage odavate komplektidega, eelistage kõige vajalikumaid tööriistu ja kasutage taaskasutatud materjale.
Õpetajate vähene enesekindlus	Õpetajad võivad tunda, et nad ei ole maker-lähenemisviiside kasutamiseks valmis.	Pakkuge koolitust, kolleegituge ja kohe kasutatavaid tegevusi.
Ruumipiirangud	Eraldi ruumi ei ole.	Kasutage maker-nurki, mobiilseid komplekte või ajutisi lahendusi.
Ajapiirangud	Maker-tegevusi on raske ajakavasse mahutada.	Siduge tegevused olemasolevate õppeainetega ja kasutage projektõpet.
Seadmete vähene kasutamine	Tööriistad on olemas, kuid neid ei kasutata korrapäraselt.	Siduge tegevused õppekavaga. Tehke ülesandeid, kus sama tulemust proovitakse saavutada eri seadmetega. Nii õpivad kasutajad

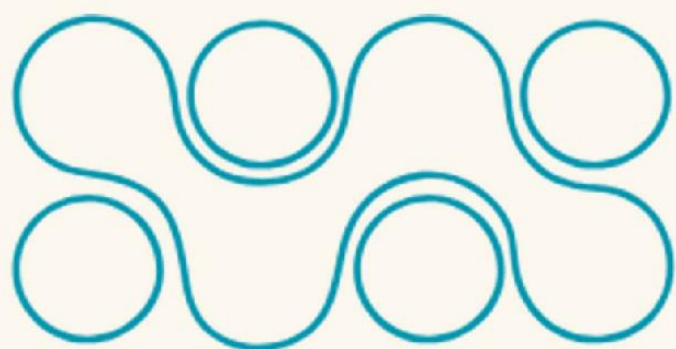
Probleem	Kirjeldus	Võimalikud lahendused
		valima ülesande jaoks sobiva tööriista, mitte ainult üht masinat käsitsema.
Hooldusprobleemid	Tööriistad saavad kahjustada või lähevad segamini.	Rakendage selged hooldusrutiinid ja määrake vastutajad.
Ohutusprobleemid	Kardetakse õnnetusi või tööriistade väärkasutamist.	Kehtestage selged ohutusprotokollid ja koolitus ning kujundage kultuur, kus ohtudele osutamine ja abi küsimine on teretulnud, mitte häbimärgistatud.
Ebavõrdne ligipääs	Mõnel õpilasel või klassil on vähem osalemisvõimalusi.	Kasutage ajakavasüsteeme ja jagatud vahendeid.



KOKKUVÕTE

Peatükk 10 lühidalt

Edu ei saada tingimata suurima eelarvega koolid, vaid need, kus õpetajad jätkavad kohandamist, jagamist ja väikeste sammudega alustamist. Kõigepealt pedagoogika, seejärel seadmed.



MAKERSPACE'INIMESED

11. MakerSpace'i inimesed

Selles peatükis kohtute viie nädistegelasega. Nad põhinevad mustritel, mida on nähtud TAME-laadsetes maker-hariduse projektides. Tegelased ise ei ole päris inimesed, kuid nende probleemid on õpetajatel päriselt ja sageli ette tulnud. Iga lugu näitab üht tavalist raskust, proovitud lahendusi, toimivaid võtteid ja seda, mida oleks olnud kasulik varem teada.

Kui tunnete end mõnes neist ära, alustage selle lehekülje lugemisest. Lähenemine on loodud nii, et saaksite kirjeldatud võtted kohe oma kooli praktikasse üle kanda.

Persoona	Peamine probleem
1. Helena: rahastuse otsija	MakerSpace'i loomine ja arendamine peaaegu olematu eelarvega.
2. Marco: kogukonna ühendaja	Vanemate, vilistlaste ja kohalike osapoolte kaasamine, et ruum oleks midagi enam kui suletud klassiruum ja selle seinad avarduksid.
3. Sofia: korra hoidja	Pärast iga tegevust pannakse materjalid, tarvikud ja tööriistad korda, et ruum oleks järgmisele rühmale valmis.
4. Daniel: toetajate ühendaja	Rohkemate kolleegide veenmine MakerSpace'is laboreid või tegevusi korraldama ning töökoormust jagama.
5. Maria: ohutuse eestvedaja	Tagamine, et elevil teismelised järgiksid ohutusprotokolle ka siis, kui keegi neid otseselt ei vaata.

11.1 Helena: rahastuse otsija



Helena

Füüsikaõpetaja ja MakerSpace'i juht | Keskmise suurusega avalik põhikool,
Lõuna-Euroopa

„Kui ootate ideaalset eelarvet, jäätegi ootama. Seepärast õppisin oma vajadust põhjendama väikeste ja saavutatavate sammudena.“

Helena oli õpetanud füüsikat kolmteist aastat ja korraldanud alati väga väikese eelarvega huviringe. Kui kool sai võimaluse MakerSpace luua, pakkus ta end selle eest vastutama. Ta

teadis, et kooli „eelarve“ oli poolenisti tühi laokapp, toetav direktor ja lapsevanemate ühendus, kes polnud varem tehnilisi tegevusi rahastanud.

PROBLEEM

- Kooli tegevuseelarvest kaeti ainult materjale ja tarvikuid; seadmete ostmiseks kapitalirida puudus.
- Direktor toetas ideed põhimõtteliselt, kuid märkis: „Meil pole selleks raha.“
- Varasemad rahastustaotlused olid ebaõnnestunud, sest need kõlasid plaani asemel soovinimekirjana.
- Tarnijad ei pakkunud haridusasutuse soodustust, kuni Helena seda kooli templiga ametlikus kirjalikus taotluses küsis.
- Korduvad kulud – filament, elektroonika, liim ja patareid – oleksid 18 kuu jooksul esialgse ostu maksumuse ületanud.

MIDA PROOVITI

- Helena tegi ühe lehe pikkuse põhjenduse. Ta tõi välja kolm arvu: algkulu 1355 eurot, korduv aastakulu umbes 450 eurot ning sihtrühm 5 klassi × 20 õpilast ehk 100 õpilast ühe pilootvooru kohta.
- Enne raha **küsimist lõi ta väikese** tõendusportfoolio: fotod ainult papist materjalidega tehtud piloottegevusest, kaks lühikest õpilastsitaati ja ühe õppekavaga seotud tunnikava.
- Helena ei taotlenud kogu raha ühest kohast. Ta pani toetuse kokku mitmest osast: lapsevanemate ühenduse väike korduv toetus, omavalitsuse ühekordne STEM-mikrotoetus, kohaliku inseneriettevõtte annetatud vahendid ja kõige suurema osana riiklik Erasmus+ kaasrahastus.
- Ta tegi naaberkooliga ühisostu. Nii jagasid koolid 3D-printeri maksumuse pooleks ja ostsid filamenti koos.
- Ta küsis kolmelt tarnijalt kirjalikku **haridusasutuse hinnapakkumist** ja kasutas kõige odavamat pakkumist teistega läbirääkimiseks.
- Ta lisas materjalid ja tarvikud kooli aastaplaani, et vastavat eelarverida ei saaks ilma hääletuseta eemaldada.

TULEMUS

- Esimesel aastal kogus Helena 2100 eurot. Lapsevanemate ühendus andis 800 eurot. Kohalik ettevõtte toetas vahenditega 600 euro väärtuses ja omavalitsus andis 700 euro suuruse STEM-mikrotoetuse. Sellest jätkus stardikomplektideks ja esimese pilootvooru materjalideks.
- Teisel aastal kaeti Erasmus+ kaasrahastusega jagatud 3D-printer ja teine sülearvutikär.
- Pärast vanematele korraldatud avatud uste päeva, kus õpilased oma projekte esitlesid, lisati kooli eelarvesse ametlikult 400 euro suurune aastane materjalide ja tarvikute rida.
- Kohalik inseneriettevõtte saadab nüüd kaks korda aastas koolile kaks inseneri mentoriks, ilma koolile tekkiva tasuta.

Õppetund teile: ärge küsige kohe kogu labori raha. Küsige toetust väikseimaks järgmiseks sammuks, mis annab nähtava tulemuse. Kasutage seda tulemust järgmise sammu rahastuse saamiseks. Rahastaja toetab parema meelega nähtavat arengut kui üksnes unistust.



NÕUANDEVÄLI

Kasutage neid lauseid oma rahastuskirjas

„Saame 1355 euroga korraldada selle 100 õpilasele, mis teeb ühe pilootvooruga kohta 13 eurot õpilase kohta.“

„See ettepanek on kooskõlas ELi oskuste paktiga, meie kooli STEM-arengukava ja TAME ülesandega 5.1.“

„Kaheksa nädala jooksul pärast rahastuse saamist jagame fotosid, kaht lühikest õpilasvideot ja avatud uste päeva esitlust.“

11.2 Marco: kogukonna ühendaja



Marco

Tehnoloogiaõpetaja ja piloodi koordinaator | Linna gümnaasium, Kesk-Euroopa

„Kogukonnata MakerSpace on lihtsalt ladu; lõpuks ei avata enam ust.“

Marco sai eelmiselt koordinaatorilt päranduseks väikese maker-nurga. Seal oli 3D-printer ja kaks mikrokontrollerikomplekti. Ruumil oli aga maine kui kohal, kus printer kunagi ei tööta. Kuue kuuga kahekordistas Marco osalevate õpilaste arvu. Ta ei ostanud juurde seadmeid, vaid avas ruumi rohkem kogukonnale.

PROBLEEM

- Vanemad arvasid, et ruum on „ainult IT-ringi poistele“, ja neid polnud kunagi sisse kutsutud.
- Jalutuskäigu kaugusel tegutsesid inseneri- ja disainiettevõtted, kuid neil polnud kooliga sidet.
- Tehnoloogiasektoris töötavad vilistlased olid koolist eemaldunud ega näinud põhjust tagasi panustada.
- Omavalitsus rahastas mujal „STEM-tegevusi“, kuid koolist polnud keegi kunagi taotlust esitanud.
- Teised õpetajad pidasid MakerSpace'i partneri asemel konkurendiks, kes võtab õpilaste tähelepanu.

MIDA PROOVITI

- Marco **korraldas kaks korda** aastas avaliku avatud uste päeva: novembris vanematele ja aprillis kogukonnale. Ekskursioone tegid töötajate asemel õpilased.
- Ta koostas **iga kuu kahest lõigust ja kolmest** fotost koosneva uudiskirja, mis saadeti vanematele ning avaldati kooli veebilehel. Selle kirjutamiseks kulus kuus 30 minutit.
- Kolm korda **aastas korraldas ta** pärast tööpäeva kohalikele spetsialistidele „Maker Aperitivo“: ühe tunni kohvi ja projektide esitlusi, ilma rahaküsimise kõneta.
- LinkedIni kaudu **leidis ta kaks** vilistlasest eestvedajat ja palus kummalgi mentordada üht projekti semestris, hoides kohustuse väikese.
- Ta esitas **omavalitsusele mikrotoetuse** taotluse koos õpilaste kirjutatud tsitaatidega ning sai toetuse esimesel katsel.
- Ta korraldas **koos kohaliku rahvaraamatukoguga** õhtu „Tehnoloogia kohtub kooliga“, mille kaudu MakerSpace'ist sai piirkondlik tõmbekeskus.
- Igal **õppeperioodil seati sisse vahelduv** „külalisõpetaja“ aeg: üks väline partner – insener, disainer või teadlane – korraldas 45-minutilise avatud tegevuse.

TULEMUS

- Vanemate osalus avatud uste päeval kasvas kolme õppeperioodiga 12 inimeselt 90-ni.
- Kaks inseneriettevõtet toetavad nüüd kumbki ühe projekti materjale ja tarvikuid aastas.
- Vilistlasvõrgustikust leiti neli mentorit ja üks osalise koormusega praktikant.
- MakerSpace kuulub nüüd omavalitsuse „STEM-esitluste“ toimumiskohtade ringi ja saab väikest aastatoetust.
- Teised õpetajad ei näe ruumi enam konkurendina, vaid külalispäigana, mida nad saavad broneerida.

ÕPPETUND TEILE: kogukonnatöö ei ole üksik rahakogumisüritus, vaid nähtavuse rutiin. Avage uks kalendri, mitte lootuse alusel.



KOKKUVÕTE

Kahe lõigu uudiskirja reegel

Saatke lapsevanematele kord kuus lühike ülevaade. Piisab kahest lõigust ja kolmest fotost, isegi kui midagi suurt ei ole juhtunud. See, millest ei räägita, ununeb kiiresti. Lihtne uudis on parem kui täielik vaikus.

11.3 Sofia: korra hoidja



Sofia

Disaini- ja tehnoloogiaõpetaja | Maapiirkonna põhikool, Põhja-Euroopa

„MakerSpace sureb esimesel korral, kui õpetaja sisse astub, ei leia juhtmekoorijaid ja läheb tagasi välja.“

Sofia MakerSpace'i kasutavad igal nädalal kolm õpetajat ja kuus klassi. Juba kahe kuu pärast olid tööriistad valedel riiulitel. Filamenti hoiti neljas eri sahtlis ja eelmise tunni papijäägid võtsid järgmise tunni tööruumi. Sofia ei ostanud juurde hoiukaste. Ta lõi hoopis selge asjade tagastamise korra.

PROBLEEM

- Tööriistad kadusid pärast iga tegevust – neid ei varastatud, vaid **pandi kogemata** õpilaste laudadele või teistesse ruumidesse.
- Materjalid ja tarvikud olid segamini. Ühes sahtlis olid koos LEDid, kuumliimipulgad ja lahtised kruvid.
- Eri õpetajad pidasid sama tööriista „koduks“ eri kohta; kolmandaks nädalaks valitses kaos.
- Ruumi järgmise tegevuse jaoks taastamine võttis 15–20 minutit ja sõi ära järgmise tunni aega.
- Õpilased pidasid koristamist kellegi teise mureks.

MIDA PROOVITI

- Sofia pildistas iga **käru**, sahtli ja tööriistapaneeli „algseisundit“ ning kinnitas foto vastava koha tagaküljele. Õpilased näevad täpselt, milline peab sahtel tunni lõpuks välja nägema.
- Ta **kasutas tööriistapaneelidel** siluette, nii et puuduvad tööriistad on nähtavad üle ruumi.
- Ta võttis **kasutusele foorivärvides** kastisüsteemi: roheline üldiseks kasutuseks, kollane „küsi õpetajalt“ ja punane „ainult väljaõppinud kasutajale“. Sama värvikood ulatub komplektist riiulile ja kärule.
- Sofia lõpetas iga tegevuse kolmeminutilise korrastusringiga. Tööriistade ülelugemiseks kulus 45 sekundit. Kastide korda tegemiseks oli 60 sekundit ja puru pühkimiseks 45 sekundit. Puuduv või katkine vahend märgiti 30 sekundi jooksul ukse juures olevale lehele.
- „**Materjalihaldurist**“ sai vahetuv roll: üks õpilane rühma kohta nädalas, ilma eranditeta.
- Kord kuus **tegi ta koos kahe õpilasega** 20-minutilise auditi: kõik, mida polnud 60 päeva jooksul kasutatud, läks jääkmaterjalide riiulile või ringlusse.
- Ukse taha **lisati „kadunud ja leitud“** korv; esemed ilmuvad sinna tavaliselt ühe päeva jooksul.

TULEMUS

- Ruumi taastamiseks kuluv aeg vähenes 18 minutilt neljale.
- Tööriistu läheb nüüd kaduma ligikaudu üks ese õppeperioodi kohta.
- Kolm õpetajat kasutavad ruumi nüüd enesekindlalt, sest leiavad vajaliku 30 sekundiga.
- Külastanud koolitaja märkis, et ruum toimib „nagu väike töökoda, mitte klassiruum“.
- Õpilased võtavad koristamist tõsiselt, sest teavad, et nende **nimi on sel nädalal** vastaval kastil.

Õppetund teile: tööriistad ei kao alati õpilaste hoolimatuse tõttu. Sageli ei ole neil lihtsalt selget kohta, kuhu vahend tagasi panna. Pildistage õigesti paigutatud tööriista ja kinnitage foto selle hoiukoha juurde.



NÕUANDEVÄLI

Kolm vahendit, mis hoiavad ära 80% segadusest

Foto iga sahtli tagaküljel, mis näitab taastatud seisundit.

Siluett tööriistapaneelil iga lahtise tööriista jaoks.

Kolmeminutiline lõpetamise kontrollnimekiri ukse siseküljel; iga tegevus lõpeb seal, ilma eranditeta.

11.4 Daniel: toetajate ühendaja



Daniel

Informaatikaõpetaja ja juhuslikult koordinaatoriks saanud töötaja | Üldhariduskool, Lääne-Euroopa

„Ehitasin MakerSpace'i aasta aega üksi. Siis mõistsin, et „üksik“ ei ole püsiv, ja lõpetasin püüdlemise selle poole, et olla ainus vastutaja.“

Daniel rajas kooli MakerSpace'i üksinda. Lapsevanemad kiitsid teda, kuid lihavõteteks oli ta täiesti läbi. Olukord muutus siis, kui ta lõpetas üksi kõige tegemise. Ta hakkas kolleege kaasama mitte külaliste, vaid ruumi ühiste vastutajatena.

PROBLEEM

- Daniel oli ainus tööriistade, tarkvara ja ohutuse „ekspert“, mistõttu pidi ta osalema igas tegevuses.

- Teised õpetajad imetlesid ruumi, kuid ütlesid: „Ma ei oskaks seda kunagi kasutada.“
- Tunnikavade kohandamine võttis tunde ja ühist tegevuste kogu ei olnud.
- Kui Daniel puudus, oli ruum suletud. Õpilased märkasid seda.
- Juhtkond kiitis ruumi avalikult, kuid ei määranud kunagi kaaskoordinaatoreid.

MIDA PROOVITI

- Daniel algatas „**teise õpetaja paarilise**“ süsteemi: igal projektil oli teisest õppeainest kaasjuhendaja.
- Ta lõi **ühise tegevuste kogu 12** tegevusega, eelistatavalt lühikestega, mida iga õpetaja sai pärast 30-minutilist tutvustust läbi viia.
- Ta kirjutas **iga tööriista kohta kahe lehekülje** pikkuse „spikri“, mis oli mõeldud inimesele, kes polnud seda tööriista kunagi puudutanud.
- Ta palus direktorilt MakerSpace'i **kasutuse tutvustamiseks** ühe pärastlõuna õppeperioodi kohta ning ettepanek kiideti heaks.
- Ta värbas igast **klassist kaks õpilasest „tehnikakaptenit“**, kes vastutasid ettevalmistuse, lihtsama tõrkeotsingu ja tööriistade tagastamise eest.
- **Kaasautorite tunnustus** muudeti nähtavaks: iga projektitahvel näitab nüüd mõlema õpetaja ja õpilastest tehnikakaptenite nimesid.
- Teisel semestril astus **Daniel teadlikult** kaheks nädalaks kõrvale ja lasi kolleegil juhtida, tõestamaks, et ruum toimib ka temata.

TULEMUS

- Esimese aasta lõpuks oli kuus kolleegi neljast õppeainest igaüks andnud vähemalt ühe maker-tunni.
- Tegevuste kogus on nüüd 23 lühikest maker-tegevust, mille on lisanud mitu õpetajat.
- Ruum töötas kogu nädala, mil Daniel viibis konverentsil; teda asendasid kolm eri kolleegi.
- Kaks õpilasest tehnikakaptenit said järgmisel aastal **uute õpilaste** sissejuhatuse jaoks kaasõpetajateks.
- Danieli läbipõlemine ei kordunud; tema tööks sai tegevuste läbiviimise asemel koordineerimine.

ÕPPETUND TEILE: kangelast ei saa laiendada. Värvake teisi, dokumenteerige ja astuge teadlikult kõrvale.



KOKKUVÕTE

30-minutilisest sissejuhatusest piisab

Kolleegist saab usaldusväärne kaasjuhendaja, kui tal on kahe lehekülje pikkune spikker ja ta on läbinud 30-minutilise tutvustuse. Mahukam ettevalmistus tekitab tarbetut tööd ja lükkab teise juhendaja kaasamist edasi.

11.5 Maria: ohutuse eestvedaja



Maria

Inseneri- ja disainiõpetaja | Sõltumatu gümnaasium, linnakeskkond

„Ma keeldun valimast loova ja ohutu ruumi vahel. Tahan mõlemat ning ainus võimalus on muuta ohutus töö osaks, mitte lisada seda eraldi kihina.“

Maria juhib kooli kõige paremini varustatud MakerSpace'i. Seal on 3D-printerid, laserlõikur, jootmiskoht ja neli käsitööriistade ala. Head seadmed toovad kaasa ka tõsised ohud. Õpilased jätsid ohutusvõtteid vahele, kui arvasid, et keegi ei vaata. Maria ei lisanud uusi reegleid. Ta muutis igapäevaseid töövõtteid.

PROBLEEM

- Kaitseprillid „unustati“ kohe, kui Maria selja pööras.
- Kaks õpilast kasutasid pärast tunde laserlõikurit järelvalveta; midagi ei süttinud, kuid see oleks võinud juhtuda.
- Kiirel lõunavaheaja avatud sessioonil kõrvetas sisse jäetud liimipüstol tööpinki.
- Vanemad õpilased pidasid ohutusalast sissejuhatust ühekordseks tegevuseks, mille nad olid „juba läbinud“, mitte korduvaks praktikaks.
- Jootekolvigagi juhtunud napikas põhjustas väikese põletuse – vigastus oli kerge, kuid andis selgelt märku, et hooletus oli muutunud tavaliseks.

MIDA PROOVITI

Maria **muutis isikukaitsevahendid ukse juures kohustuslikuks: ilma** kaitseprillideta sisse ei pääse. Prillid paiknevad kapis hoidmise asemel lävel olevas korvis.

- Ta võttis kasutusele **foorivärvides tööriistaloa**: roheline tähendab vaba kasutust, kollane kasutust pärast viieminutilist testi ja punane tunnistaja juuresolekul praktilist sooritust. Õpilased kannavad loakaarti kaelapaelal.
- Punase taseme **tööriistade jaoks kehtestati** „ohutuspaari“ reegel: iga punase tööriistaga tehtava ülesande ajal peab nägemisulatuses olema teine väljaõppinud õpilane. Seda järgitakse 95% juhtudest ilma vastuseisuta.
- Maria jagas sissejuhatuse esimese **kuu jooksul** kolmeks lühikeseks osaks – 15, 20 ja 15 minutit – ühe pika loengu asemel.
- Ta kujundas ohutusplakati koos õpilastega. Nii tundsid õpilased, et sõnastus ja kokkulepped on ka nende omad.
- Ta alustas **ohutuspüstakuid**: kord nädalas 90-sekundiline arutelu ainult kolme küsimusega: „Mis oleks peaaegu valesti läinud?“, „Mis meid üllatas?“ ja „Mida järgmisel nädalal muudame?“
- Pärast tööpingi kõrvetamist korraldas ta „juhtumist õppimise ringi“: karistuseeta kümne minuti rühmaoma töö üle mõtlemist selle üle, mida süsteem – mitte õpilane – oli võimaldanud tähelepanuta jätta.

- Maria **kirjutab juhtumiraportid ühe lehekülje pikkuste** õppetundidena ja hoidis neid ruumis ühisel riulil. Õpilased saavad neid lugeda.

-

TULEMUS

- Järgmise 14 kuu jooksul ei juhtunud ühtegi vigastust, ametlikult registreeriti kolm napikat – varasem määr oli teadmata – ning isikukaitsevahendeid kasutati järjepidevalt.
- Õpilased, kes varem kaitseprille vahele jätsid, tuletavad neid nüüd üksteisele meelde; õpetaja kontrollimise asendas kaaslase vastastikune järelevalve.
- Õpilaste kujundatud ohutusplakati on kasutusele võtnud kaks partnerkooli.
- Maria juhtumiraportitest on saanud piirkonna õpetajakoolituse üliõpilaste täienduskoolituse materjal.
- Direktor nimetab MakerSpace'i nüüd „meie **kõige ohutumaks eriruumiks**“ – **väljend**, mida keegi kaksteist kuud varem ei kasutanud.

Õppetund teile: ohutus ei ole ainult plakat, karistus ega löik kooli reeglites. Ohutus kujuneb väikestest harjumustest, mille loomises osalevad ka õpilased. Pange reeglid paika koos õpilastega. Tehke lühikesi ohutuskoosolekuid ja kujundage ühine ohutuskultuur.



HOIATUS

Üks reegel, millest ei tohi kunagi loobuda

Paljudes asjades saab õpilastega kokku leppida. Üks reegel ei kuulu arutamisele: elektritööriista, kuuma tööriista ega digitaalse valmistamise seadet ei kasutata ilma aktiivse järelevalve ja isikukaitsevahenditeta. Tänane üksik erand võib õppeperioodi lõpuks muutuda tavaks.

11.6 Mida need viis lugu koos näitavad?

Viis persoonat tegelevad pealtnäha väga erinevate probleemidega, kuid tuginevad mõnele ühisele võttestikule. Kui vaadata igast loost õpetajate tegelikke tegevusi, ilmneb väike korduvate mustrite kogum:

- **Alustage piisavalt väikeselt, et kiiresti edu** saavutada. Helena kogus esmalt 800, mitte 8000 eurot. Marco korraldas enne partnerluse loomist ühe avatud uste päeva.
- **Tehke õige lahendus nähtavaks.** Sofia pildistas oma sahtleid. Daniel avaldas spikri. Maria kujundas koos õpilastega plakati. Keegi neist ei lootnud mälule.
- **Looge reeglite asemel rutiinid.** Kord nädalas tehtav 90-sekundiline ohutuspüstak töötab paremini kui aastaloeng. Kolmeminutiline lõpetamisrutiin on tõhusam kui 20-minutiline loeng lugupidamisest.

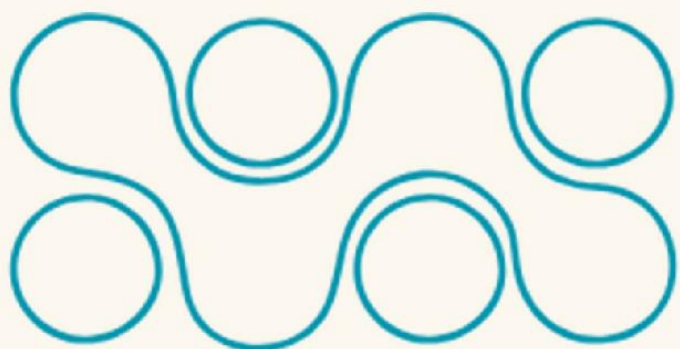
- **Värvake enne laiendamist.** Danieli toetajate ring avas võimalused. Sama tegid Helena lapsevanemad ja Marco vilistlased. Keegi ei laienenud üksi.
- **Kohelge napikaid kui väärtuslikku** teavet. Maria juhtumist õppimise ring muudab hirmutava hetke aasta kõige kasulikumaks täienduskoolituseks.



KOKKUVÕTE

Peatükk 11 lühidalt

Te ei ole täpselt Helena, Marco, Sofia, Daniel ega Maria. Eri päevadel võite sarnaneda neist igaühega. Nende muredes võite ära tunda ka enda olukorra. Vaadake, millised võtted neid aitasid, ja kasutage sobivaid ideid oma koolis.



PÄRIS LOOD PRAKTIKAST

12. Päris lood praktikast: õnnestumised, ebaõnnestumised ja kõik vahepealne

Eelmise peatüki viis tegelast koondasid levinud kogemused lühikesteks näideteks. Selles peatükis loete pikemaid lugusid konkreetsetest katsetest MakerSpace'i luua või juhtida. Mõni katse õnnestus, mõni ebaõnnestus ja enamik jäi nende kahe vahele. Kõigist oli midagi õppida.

Mõni sõna ebaõnnestumisest

Maker-hariduses on ebaõnnestumine õppimise loomulik osa. Prototüüp võib puruneda ja lahendust tuleb parandada. Sama kehtib täiskasvanute kohta, kes ruumi juhivad. Kooli MakerSpace'is võib ebaõnnestumine ilmned kolmel tasandil:

- **Korralduslik** ebaõnnestumine: kooli struktuur, juhtkonna vahetus, eelarvekärped või töötajate konfliktid peatavad algatuse, kuigi ruum ise toimib.
- **Töökorralduse** ebaõnnestumine: harjumused ei püsinud. Tööriistad kadusid, ajad kattusid, ohutusvõtted ununesid või hooldust lükati liiga kaua edasi.
- **Maker-tegevuse loomulik ebaõnnestumine:** projekt ei tööta nii, nagu kavandati. Robot ei liigu, 3D-print läheb kõveraks või vooluring satub lühisesse. See on kasulik ebaõnnestumine. Just sellistest juhtumitest peab maker-tegevuses õppima.

Kõik kolm liiki on tavalised. Ükski neist ei tähenda, et MakerSpace'i poleks vaja. Järgmised lood näitavad, kuidas õpetajad eri tüüpi ebaõnnestumistega toime tulid. Mõnel juhul taastus tegevus täielikult, mõnel osaliselt. Alati saadi teada, mida järgmisel korral teisiti teha.

Lugege ebaõnnestumiste lugusid sama tähelepanelikult kui edulugusid. Õnnestunud lahendust saab kopeerida, kuid ebaõnnestumine näitab varjatud ohukohti. Jagage oma kogemusi ka naaberkoolide ja kolleegidega, kes alles alustavad. Oma loo saate saata TAME võrgustikule aadressil tame@tlu.ee. Kogukond kasvab siis, kui räägime ausalt ka sellest, mis ei läinud plaani järgi.



KOKKUVÕTE

Ebaõnnestumine ei ole edasimineku vastand. See on üks teedest eduni ja vahel kõige õpetlikum neist.

12.1 COVID-19 tõttu suuna kaotanud MakerSpace



EBAÕNNESTUMISEST ÕPPIMINE

MakerSpace, mis kadus ... ja ilmus mujal uuesti

Püsivus, vastupidavus ja ootamatu võimalus

2016. aastal rajati Ateena kesklinnas Kreekas asuvasse tehnoloogia- ja kultuuriparki Euroopa rahastatud projekti osana MakerSpace.

Ruum oli kavandatud noorte loovuse, katsetamise ja koostöö innustamiseks. Seal olid:

- elektroonikaala,
- digitaalse valmistamise ala,
- programmeerimis- ja robotikanurk,
- käsitöö- ja loovtegevuse töökohad
- ning väike suhtlusala, kus õpilased said puhata, mõtteid vahetada ja oma projekte arutada.

MakerSpace oli avatud peamiselt nädalavahetustel. Õpilased said sinna tasuta tulla ning oma ideede ja projektidega töötada. Kogenumad õpilased tulid vahel juba valmis mõttega. Teised arendasid ideid koos koolitajate ja juhendajatega. Ruumist sai kiiresti populaarne nädalavahetuse koht. Õpilased ehitasid, katsetasid, eksisid, tegid ümber, töötasid koos ja õppisid üksteiselt. Õhkkond oli vaba, loominguline ja sõbralik.

Esimene püsivuse proovikivi

Algse projektirahastuse lõppedes tekkis oluline küsimus:

Kuidas saaks MakerSpace tegevust jätkata?

Ruumi avatuna hoidmine nõudis vahendeid, seadmete hooldust ja eelkõige juhendajaid, kes toetaksid õpilasi ning koordineeriksid tegevusi.

Lõpuks leiti hübriidlahendus:

- valitud nädalavahetustel osalesid õpilased väga väikese tasu eest,
- kultuuripargi avalike ürituste ja teaduspäevade ajal jäi MakerSpace tasuta avatuks,
- täiendavaid avatud päevi toetati osalevate organisatsioonide teiste haridusalgatuste kaudu
- ning mõnel juhul aitasid tegevusi juhendada vabatahtlikud, kes soovisid saada õpetamis- ja MakerSpace'i kogemust.

See segalahendus toimis hästi, kuigi mitte ideaalselt.

Siis muutus kõik

2020. aasta märtsis muutis COVID-19 pandeemia kõike.

Tehnoloogiapark pidi pikaks ajaks sulgema ja kogu tegevus läks veebi. MakerSpace'i avatud, koostööine ja praktiline olemus ei saanud enam tavapäraselt toimida. Kaugõpe ei

sobitunud ruumi iseloomuga täielikult. Õpilased ei saanud enam vabalt kasutada tööriistu, materjale, masinaid ega koostöökeskkonda.

Kui park lõpuks taasavati, tekitasid ranged pandeemiareeglid uusi raskusi:

- teatud aladele pääsesid ainult alalised töötajad,
- MakerSpace ei vastanud täielikult uutele distantssi- ja desinfitseerimisnõuetele
- ning hoonesisene lisakontoripind muutus prioriteediks.

Olukord muutus järk-järgult.

Avatud loovkeskkond, mis oli varem igal nädalavahetusel õpilasi vastu võtnud, muutus aegamisi tavalisteks kontoriteks. Seadmed pakiti kastidesse, masinad pandi hoiule ja koostööks kasutatud lauad kadusid.

Mis läks valesti?

Probleem ei olnud kire ega haridusliku väärtuse puudumises. MakerSpace oli tõestanud, et õpilased tahtsid ja vajasisid selliseid kohti.

Mõnda olulist püsivustegurit ei olnud siiski täielikult arvesse võetud:

- äärmuslike tegevustingimuste jaoks puudus varuplaan,
- tegevus sõltus väikesest inimeste ringist,
- ruumi kaitsev pikaajaline institutsiooniline raamistik puudus
- ning MakerSpace'i tõhusaks juhtimiseks vajalikud teadmised ja kogemused olid ainult vähestel juhendajatel.

Pandeemia tõi need nõrkused esile.

Peaaegu poolteist aastat kestnud katkestuste järel oli MakerSpace'ist saanud tühi ruum, mis oli täis pakitud seadmeid ja kasutamata vahendeid.

Ebaõnnestumise muutmine võimaluseks

Lõpuks tegid osalenud organisatsioonid olulise otsuse.

Selle asemel et lasta seadmetel kasutusest seista, otsustati need ümber jagada ja luua kaks väikest MakerSpace'i Ateena ebasoodsamas olukorras piirkondades asuvatesse riigikoolidesse.

Mõte oli lihtne: kui õpilased ei saa enam kergesti MakerSpace'i tulla, võiks MakerSpace liikuda õpilastele lähemale – eriti neile, kellel sellistele ruumidele muidu ligipääsu pole.

Väikestest MakerSpace'idest said koolides uued loovuskeskused. Hiljem muutus plaan veel avaramaks. Koolide MakerSpace'id pidid olema avatud ja kutsuvad mitte ainult oma kooli õpilastele, vaid ka naaberkoolidele ning kohalikule kogukonnale.

ÕPPETUNNID

See lugu ei räägi üksnes ebaõnnestumisest. See räägib:

- püsivuse kavandamise tähtsusest,

- institutsioonilise toe vajadusest,
- väikese inimeste ringi sõltuvuse riskidest,
- haridusuuenduse haavatavusest kriiside ajal
- ja kohanemisvõime olulisusest.

Kõige tähtsam õppetund on see, et ruumi mõte ja mõju võivad jätkuda ka pärast füüsilise MakerSpace'i kadumist. Haridusuuendus ei jää alati samas vormis püsima. Mõnikord kujuneb sellest midagi uut, mis võib olla kohaliku kogukonna jaoks veelgi tähenduslikum.

Ootamatust sündmusest – algse MakerSpace'i kaotusest – sai ootamatu võimalus. Võimalus teistsuguseks ja võrdsemaks ulatuseks.

12.2 Ebaõnnestunud printid: loomupärase ebaõnnestumise lugu



EBAÕNNESTUMISEST ÕPPIMINE

Kui projekt ise ei tööta

Gümnaasiumi insenerivalikaine · neljaliikmeline õpilasmeeskond

See lugu räägib teistsugusest ebaõnnestumisest – sellisest, mis peabki juhtuma. Neljaliikmeline gümnaasiumiõpilaste meeskond otsustas inseneriprojekti raames ehitada väikese päikeseenergiaal töötava automudeli, mida esitleda Ateena teadusfestivalil.

Nende plaan oli juhtida seda BBC micro:bitiga. Õpilased programmeerisid micro:biti sõiduki liikumist juhtima ja ühendasid selle väikese mootorisüsteemiga.

Projekt hõlmas:

- väikest päikesepaneeli energiaallikana,
- mootoriga sõidukit,
- päikesepaneeli hoidmiseks kohandatud 3D-printitud alust
- ja micro:bitiga programmeerimist.

Esimesed kolm nädalat

läksid hästi. Õpilased kavandasid sõiduki, ühendasid väikese mootori ja printisid päikesepaneeli aluse edukalt. Kõik näis valmis.

Siis algasid probleemid.

Viimase printimise ajal ütles 3D-printer poole protsessi pealt üles. Korraliku eseme asemel tekkis sasipuntras „spageti print“. Printitud alust ei saanud kasutada.



Õpilased proovisid uuesti, kuid uue täismahus prindi jaoks ei jätkunud enam aega ega materjali.

Projekti päästmiseks ja Ateena teadusfestivali esitluseks valmis jõudmiseks improviseeris meeskond: 3D-prinditud toe asemel kasutati pappi ja kaablisidemeid.

Alguses näis see nutika lahendusena. Mudel pandi kokku, päikesepaneel ühendati ja auto suutis mõne sekundi liikuda.

Siis ilmnes uus probleem.

Papp oli liiga õhuke ega hoidnud kuju. Päikesepaneel ei püsinud paigal. Väike liigutus kallutas paneeli, katkestas ühenduse või vähendas selle tõhusust. Mõnikord auto liikus, mõnikord jäi täiesti seisma.

Esitluspäeval näitasid õpilased projekti, mis töötas ainult osaliselt. Päikeseenergial töötav auto liikus lühidalt, kuid konstruktsioon oli ebastabiilne ja ebausaldusväärne.

Samas selgitasid õpilased ausalt kogu protsessi:

- mida nad kavandasid,
- mis ebaõnnestus,
- kuidas nad püüdsid probleemi lahendada
- ja mida nad järgmisel korral parandaksid.

Õpetaja pidas projekti edukaks.

MIS EI TÖÖTANUD

- 3D-print ebaõnnestus tootmise ajal ja tekitas „spagetiprindi“.
- Mitmeks kordusprintimiseks polnud piisavalt lisaaega ega materjali – kavandamine oli liiga napp.
- Papist asendus oli päikesepaneeli korralikuks toetamiseks liiga nõrk – valiti vale materjal.
- Meeskond keskendus peamiselt valminud töö kiirele töölesaamisele ega katsetanud piisavalt konstruktsiooni vastupidavust.

ÕPPETUNNID

- Ebaõnnestumine on maker-hariduse loomulik osa.
- Improviseerimine ja ümberkujundamine on olulised insenerioskused.
- Varuplaanid ja täiendav tootmisaeg on valmistamisprojektides väga olulised.
- Isegi lihtsaid materjale, näiteks pappi, tuleb katsetada ja hinnata.
- Projekt võib olla hariduslikult edukas ka siis, kui lõplik valminud töö pole täiuslik.
- Valmis lahendus on sageli parem kui täiusliku valminud töö poole lõputult püüdlemine



KOKKUVÕTE

Projekti lõpus ei esitanud õpilased täiuslikku valmis tööd.

Nad esitlesid midagi olulisemat: probleemilahendust, koostööd, loovust surve all ja oskust ebaõnnestumisest õppida.

12.3 Veel üks päris ebaõnnestumise ja edu lugu



i sõna praktilineest ebaõnnestumistest

Üks kool otsustas Erasmus+ projekti raames luua MakerSpace'i, mille jaoks ei olnud vaja eraldi tuba. Püsiva ruumi asemel tehti mobiilne lahendus. Mõte oli lihtne ja praktiline. Elektroonikakomplektid, mikrokontrollerid, käsitöömaterjalid ja väikesed valmistamisvahendid paigutati kärule või kastidesse, mida sai klasside vahel liigutada. See oli Erasmus+ projekti STEAM2GO algatus.

Mobiilsel MakerSpace'il oli kaks eesmärki. Esiteks sai õpetaja tuua vahendid tundi, kui ta soovis teha praktilist maker-tegevust. Teiseks sai vahendeid kasutada pärastlõunases STEM-ringis, kus huvitatud õpilastel oli aega oma projekte teha.

Esimene probleem tekkis kiiresti ja oli üsna etteaimatav. Informaatikaõpetaja pakkus kolleegidele vahendeid nende tundides kasutamiseks, kuid enamik kõhkles. Õppekava oli tihe. Teemad tuli läbi võtta, hindamised ette valmistada ja katsetamiseks jäi vähe aega. Isegi maker-tegevusest huvitatud õpetajad muretsesid ajakulu pärast. Neile tundus, et maker-tegevus võtab õppekavast aega ära, mitte ei toeta seda.

Informaatikaõpetaja valis teise tee. Ta ei surunud maker-tegevusi kohe ainetundidesse, vaid kutsus kolleegid pärastlõunasesse STEM-ringi. Seal ei olnud õppekava ega hindamise

survet. Õpetajad said vaadata, kuidas tegevused toimivad ja kuidas õpilased reageerivad. Nii said nad maker-tegevuse väärtust kogeda ilma oma tundide pärast muretsemata. Kõik kutsutud õpetajad ei tulnud, kuid kolm tulid. Nad nägid maker-tegevust päriselt ja hakkasid selle vastu siiralt huvi tundma.

Uued õpetajad töid STEM-ringi energiat ja ideid ning tutvustasid ringi kogu koolis. Tavaliselt osales pärast kooli umbes 14 õpilast, kuid peagi kasvas osalejate arv peaaegu 27-ni. Seadmeid ei tulnud aga juurde. Komplekte ei jätkunud kõigile iseseisvaks tööks. Ka juhtmeid, komponente, liime ja muid materjale oli suurema rühma jaoks liiga vähe.

Selgus, et edul olid tagajärjed, mida keegi polnud kavandanud.

Tööriistapaneelid jäid iga nädalaga tühjemaks. Komponentide sahtlid olid algul poolikud ja hiljem täiesti tühjad. Juhtmed, ühendused, liimid ja teised väikesed tarvikud said otsa kiiremini, kui keegi märgata jõudis. Mitmel korral jäi tegevus pooleli, sest alles töö käigus selgus, et LED-e või ühendusjuhtmeid ei jätku kõigile.

Informaatikaõpetaja pidi üha sagedamini käima elektroonika- ja ehituspoodides. Ta tegi seda tihti eelmisel õhtul või isegi tegevusega samal päeval. Probleemi põhjus oli lihtne: koolil puudus kindel ostmise kord. Materjalid osteti projekti alguses ühe korraga. Keegi ei olnud läbi mõelnud, mis saab siis, kui kasutajate arv kahekordistub.

Kulukas otsetee

Enne püsiva lahenduse leidmist proovis kool kiiremat varianti. Materjale nappis ja uued projektid vajasid osi. Seepärast võeti mõned õpilaste valmis tööd lahti ning mootorid, andurid ja muud osad anti uuesti kasutusse. Paberil tundus see mõistlik: midagi ei visatud ära ja osi kasutati uuesti.

Tegelikult läks kaotsi midagi, mida oli raskem asendada kui juhtmeid või LED-e. Õpilased tulid tagasi ja avastasid, et nende ehitatud asi oli ilma nende teadmata lahti võetud. Mõni oli olnud oma töö üle nii uhke, et tahtis seda perele näidata. Õpilaste usaldus sai kannatada. Nõrgenes ka tunne, et projekt kuulub neile ja nende töö on tähtis.

Lünga sulgemine

Kui probleem oli selgeks saanud, ei olnud lahendus keeruline. Kool hakkas materjalide ostmist kavandama sama hoolikalt kui ajakava. Materjalidele ja tarvikutele tehti oma väike eelarverida, mis oli seadmete ostust eraldi. Varusid kontrolliti regulaarselt. Uus tellimus tehti enne, kui materjalid otsa said. Sobivaid tarvikuid osteti suuremas koguses. Nii välditi sagedasi väikeseid tellimusi, mille transpordi- ja tellimiskulud olid kokku muutunud kalliks.

Uue töökorra kujunemine võttis umbes kolm kuud. Selle aja jooksul tuli ette katkestusi, ära jäänud tegevusi, kiiruga leitud asendusi ja viimase hetke poeskäike. Seejärel töötas STEM-ring jälle sujuvalt. Nüüd oli ostmise kord mõeldud 27, mitte 14 õpilase jaoks.

Õppetunnid

- Osalejate arvu kasv ei ole tasuta; edu tekitab oma tegevussurve ja varude vajadus peab sellega koos suurenema.
- Ostmise kord ei ole tarbetu paberitöö. See aitab MakerSpace'il toime tulla ka siis, kui kasutajate arv kiiresti kasvab.
- Materjale ja tarvikuid tuleb kavandada sama hoolikalt kui seadmeid, sest neid kulub igal nädalal.
- Valmis õpilastööde lammutamine võib ka hea eesmärgi korral teha rohkem kahju, kui materjalide pealt säästetakse. Kannatada võivad usaldus ja tunne, et töö kuulub õpilasele. Materjalipuudus tuleb lahendada varem, mitte õpilaste valmis töid lahti võttes.
- Nähtavad hoiatusmärgid: tühjad tööriistapaneelid ja pooltäidetud sahtlid on varased signaalid, millele tasub reageerida enne, kui neist saavad täielikud katkestused.

12.4 Mida need lood koos õpetavad?

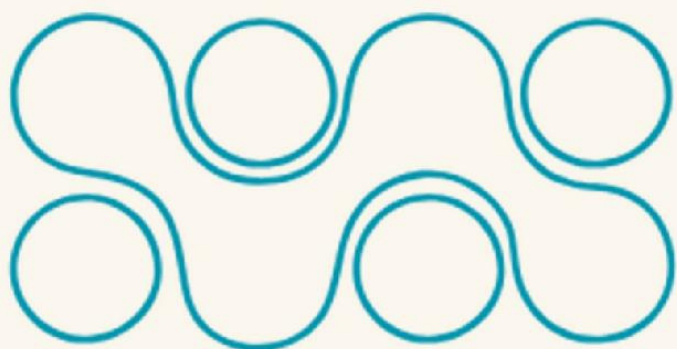
Need kolm lugu näitavad, et MakerSpace võib ebaõnnestuda eri põhjustel. Iga põhjus vajab erinevat lahendust. Ateena loos oli probleem korralduses. MakerSpace kadus, sest katkestuste üleelamiseks puudus plaan. Algset ruumi ei taastatud, vaid ligipääs loodi uuel kujul. Päikeseauto loos ebaõnnestus projekt ehitamise ajal ja tähtaja surve all. See on maker-projektis loomulik risk. Lahendus ei olnud ebaõnnestumist vältida, vaid aidata õpilastel probleem läbi töötada ja sellest õppida. STEAM2GO mobiilse MakerSpace'i loos kasvas edu kiiremini kui seda toetav töökorraldus. Lahenduseks oli parem ostupoliitika. Selle vajadus sai selgeks vea kaudu, mida ei tasu korrata. Üheski loos ei suletud MakerSpace'i. Probleem nimetati ausalt ja selle põhjal muudeti reegleid, plaani või tööviisi. Nii muutus MakerSpace lõpuks tugevamaks.



KOKKUVÕTE

Peatükk 12 lühidalt

Igas MakerSpace'is tuleb ette kolme liiki ebaõnnestumisi. Mõnikord ei tööta ruumi korraldus. Mõnikord ei õnnestu tegevuse läbiviimine. Väga sageli ebaõnnestub mõni õpilasprojekt, sest katsetamine kuulubki maker-tegevuse juurde. Valmistuge kõigiks kolmeks.



MAKERSPACE'I LOOMISE TEGEVUSKAVA

13. MakerSpace'i loomise tegevuskava

Selles peatükis on kogu käsiraamatu sisu pandud ühte järjestikusse tegevuskavasse. Üksikasjad leiab endiselt teistest peatükkidest. Siin saate aga samm-sammult jälgida umbes kaheksa kuni kümne kuu pikkust teekonda. See algab esimesest arutelust ja lõpeb ohutu, püsiva ning õppetööga seotud MakerSpace'iga.

Tegevuskavas on seitse etappi. Iga etapi juures on tavapärase kestus, mõned vahe-eesmärgid, üks või kaks tulemust ja õpetaja kontrollnimekiri. Selle saab kopeerida oma tööplaani. Enamik koole läbib etapid 1-4 esimesel semestril. Esimene piloot toimub 5. etapis. Esimese aasta lõpuks jõutakse tavaliselt 6. ja 7. etapi püsivama töökorralduseni.

Etapp	Faas	Teema	Tüüpiline kestus
1	KAVANDA	1 Säte ja põhjendus	2-3 nädalat
2		2 Valmisoleku audit ja sidusrühmad	3-4 nädalat
3	EHITA	3 Disain ja hankimine	4-6 nädalat
4		4 Ehitamine, varustamine ja sissejuhatus	3-4 nädalat
5	ELLU VII	5 Esimene piloot: vii läbi, vaatl, kohanda	2-3 kuud
6		6 Lõimi, laienda ja dokumenteeri	Üks semester
7	SÄILITA	7 Säilita, laienda ja jaga	Pidevalt alates 2. aastast

Joonis 11. Visuaalne tegevuskava

Päriselus võivad etapid kattuda. Võtke märgitud kestusi suunisena, mitte jäiga tähtajana. Mõni kool läbib kolm esimest etappi viie nädalaga, teisel kulub kolm kuud. Tähtis on ükski etapp vahele jätmata läbida. Kindlaks kuupäevaks lõpetamine ei ole eesmärk. Järgmistes osades on iga etapp täpsemalt lahti kirjutatud.

13.1 1. etapp: säde ja põhjendus

Iga MakerSpace algab inimesest, kes mõtleb: „Sellist ruumi on meie kooli vaja.“ Esimeses etapis vormistatakse see mõte umbes kahe lehekülje pikkuseks põhjenduseks. Direktor ja üks või kaks kolleegi peavad saama seda toetada.

ETAPP 1 Ligikaudu 2–3 nädalat	Säde ja põhjendus Vahe-eesmärgid - Tehke kindlaks algimpulss: lünk õppekavas, kutse TAME pilooti, õpilaste soov või juhtkonna algatus. - Visandage esimene nägemus: mudel (nurk, mobiilne lahendus või labor), peamised õppeained, vanuserühmad ja kavandatud sihtrühma suurus. - Leidke vähemalt üks toetav kolleeg ja üks toetav koolijuht. Väljundid - Kahe lehekülje pikkune põhjendusdokument: probleem, ettepanek, sihtrühm, ligikaudne maksumus ja riskid. Kolm nimega toetajat: üks õpetaja, üks juht ja üks väline toetaja – lapsevanem, vilistlane või partner. Õpetaja kontrollnimekiri - Koostage ühe lõigu pikkune selgitus „Miks me seda ruumi vajame?“ - Külastage kasvõi lühidalt, kohapeal või veebis, üht teist MakerSpace'i kasutavat kooli. - Vaadake koolis ringi ja leidke kaks või kolm võimalikku ruumi. - Hinnake esialgset maksumust lisa 4 abil. - Küsige direktorilt suuline nõusolek valmisoleku hindamise jätkamiseks. Kirjalik heakskiit tuleb hiljem.
---	---



NÕUANDEVÄLI

Ärge pakkuge 1. etapis välja täislaborit

Pakkuge välja väikseim usutav versioon. „Ühe semestri jooksul üht ringi teenindav piloot-maker-nurk“ kiidetakse heaks. „21. sajandi maker-labor“ tekitab pigem skeptilise kulmukergituse.

13.2 2. etapp: valmisoleku hindamine ja inimeste kaasamine

Teises etapis vaadake olukorda võimalikult ausalt. Otsustage, kuhu ruum tuleb, kes seda toetab ja kui palju see maksab. Pange kirja ka piirangud, mida seni pole tahtud märgata.

ETAPP

2

Ligikaudu 3–4
nädalat

Valmisoleku audit ja osapooled

Vahe-eesmärgid

- **Valmisoleku audit on tehtud:** ruum, tehniline baas, töötajad, eelarve ja kultuur.
- Juhtkond on vajaduste hinnangu kinnitanud ja tegevusplaan on paigas.
- **Riskid ja piirangud on** registreeritud ja omaks võetud, mitte varjatud.

Väljundid

- Kahe lehekülje pikkune valmisoleku hindamine, mis sisaldab võimaliku ruumi fotot ja füüsiliste piirangute kontrollnimekirja; vt peatükk 3.1.
- **Vajadusanalüüsi kokkuvõte:** mudelitüüp, esmatähtsad kasutusviisid ja kolme peamise piirangu leevendusplaan.

Õpetaja kontrollnimekiri

- Tehke koos kahe kolleegiga 60-minutiline läbivaatus; vt peatükk 3.1.
- Pildistage võimalikku ruumi kõigist neljast nurgast ja ukse juurest.
- Nimetage **kolm tegelikku piirangut** ja nendest tulenevad disainiotsused.
- Küsitlege 5–10 kolleegi lühikese anonüümse küsimustikuga nende huvi ja murede kohta.
- Tehke persoonatest: kelle – Helena, Marco, Sofia, Danieli või Maria (peatükk 11) – mure kirjeldab kõige paremini teie suurimat kartust?

13.3 3. etapp: ruumi kujundus ja vahendite ostmine

Nüüd muutub abstraktne konkreetseks: ruumiplaan, seadmete loetelu, tarnijad, eelarve heakskiit ja esimene ostutellimus. Selles etapis tekib kiusatus liiga palju osta; pidage vastu.

ETAPP

3

Ligikaudu 4–6
nädalat

Disain ja ostmine

Vahe-eesmärgid

- **Ruumiplaan** on koostatud ning pörandale märgitud tsoone (osa 4.2) on päris ruumis katsetatud.
- **Seadmete loetelu** on „algaja“ tasemel lõplikult kinnitatud.
- **Saadud ja võrreldud on kolm** kirjalikku tarnijapakkumist.
- **Rahastuskava** on kinnitatud: alginvesteering, korduv kulu ja partnerite kohustused.
- **Ostutellimus on** esitatud.

Väljundid

- **Ruumiplaan** – käsitsi visandatud sobib –, mis näitab töökohti, hoiuruume ja koostööala.
- **Algseadmete loetelu** koos koguste ja rea maksumusega.
- **Rahastuskava, mis** näitab alginvesteeringuid, korduvaid kulusid ja panuseid koos nimetatud allikatega.
- **Riskiregister** kolme peamise riski ja leevendusmeetmetega.

Õpetaja kontrollnimekiri

- Märkige tsoonid ühe tunni ajaks pörandale teibiga ja kõndige need koos õpilastega läbi.
- Saatke kolmele tarnijale e-kiri, paludes kirjalikku haridusasutuse hinnapakumist; vt peatükk 5.4.
- Võrrelge loetelu lisa 4 väikese eelarve stsenaariumiga.
- Taotlege vähemalt üht **välist rahastusallikat, näiteks** lapsevanemate ühenduselt, omavalitsuselt või mikrotoetusest.
- Kinnitage korduv materjalide ja tarvikute eelarverida enne põhivara tellimist.
- Küsige enne tellimuse esitamist juhtkonnalt kirjalik ostuluba.



HOIATUS

Korduv eelarverida ei ole läbiräägitav

Kui kool keeldub korduvast materjalide ja tarvikute eelarvereast, ärge esitage veel põhivara tellimust. Põhjendage vajadust uuesti, leidke muu allikas või vähendage alginvesteeringu taotlust.

13.4 4. etapp: ruumi ettevalmistamine, varustamine ja ohutusjuhend

Seadmed saabuvad. Ruum on olemas. Esimesed sissejuhatused toimuvad. Selle etapi kõige tavalisem viga **on ukse avamine enne rutiinide loomist**.

ETAPP

4

Ligikaudu 3–4
nädalat

Ehitamine, varustamine ja sissejuhatus

Vahe-eesmärgid

- **Füüsiline sisseseade** on valmis: töökohad, hoiustamine, tähistus ja ohutusvahendid.
- **Rutiinid on dokumenteeritud:** avamine, sulgemine, broneerimine, koristamine ja juhtumitest teatamine.
- **Esimesele õpilasrühmale** ja koolitatud kolleegidele on tehtud ohutusalane sissejuhatus.
- **Vajaduse korral on** kasutusel tööriistalubade süsteem.
- **Proovikäivitus:** üks väikese riskiga tegevus enne avalikku avamist.

Väljundid

- **Iga sahtli, käru ja tööriistapaneeli** taastatud seisund on fotodega dokumenteeritud.
- **Kolmeminutiline lõpetamisrutiin** on kinnitatud ukse siseküljele.
- **Iga olulisema tööriista jaoks on** kahe lehekülje pikkune spikker.
- **Ohutusplakat** on õpilastega koos kujundatud ja ukse juurde välja pandud.
- **Broneerimisleht** on uksele või ühiskalendris.

Õpetaja kontrollnimekiri

- Pildistage kõik hoiukohad taastatud seisundis; kinnitage foto sahtli tagaküljele.
- Kirjutage **avamis- ja sulgemisrutiinid** ühele A4-lehele.
- **Korraldage vähemalt üks ohutusalane sissejuhatus** enne, kui õpilane puudutab ühtki tööriista.
- Koolitage **vähemalt üks kolleeg iga** tööriista kasutama; ärge jääge ainsaks eksperdiks.
- Tehke enne ametlikku avamist proovikäivitus sõbraliku rühmaga – ühe ringi või klassiga.

- Käige ruum koos kriitilise külastaja – kolleegi või tehnikuga – läbi ja parandage tema märgitud puudused.

13.5 5. etapp: esimene piloot → vii läbi, vaatle, kohanda

Ruum on avatud ja piloot käib. See etapp keskendub **distsiplineeritud** vaatlemisele: mis toimib, mis läheb katki, mida õpilased päriselt teevad ja mis vaikselt ununeb.

ETAPP

5

Ligikaudu 2–3
kuud

Esimene piloot: vii läbi, vaatle, kohanda

Vahe-eesmärgid

- **Piloot on käivitatud** vähemalt ühes tunniplaanis olevas klassis ja ühes huviringis.
- **Piloodi keskel tehakse** ülevaatus, et mittetoimivat kohandada.
- **Peetakse** juhtumipäevikut: iga napikas dokumenteeritakse ja arutatakse läbi.
- **Luuakse fotode ja tsitaatide** arhiiv: vähemalt üks pilt ja üks õpilastsitaat iga tegevuse kohta.
- Piloodi lõpus toimub oma töö üle mõtlemine kõigi osalenud õpetajate ja õpilastega.

Väljundid

- **Vähemalt 30** fotoga galerii.
- Kolme **veeruga** juhtumipäevik: mis juhtus, mis selle põhjustas ja mida muutsime.
- Ühe **lehekülje pikkune semestri** lõpu aruanne juhtkonnale ja partneritele.
- **Täiendatud tegevuste kogu vähemalt** viie lühikese, kuni ühe tunni pikkuse tunniga.

Õpetaja kontrollnimekiri

- Tehke igal tegevusel vähemalt üks foto päris tööst, mitte lavastatud olukorrast.
- Tehke **iga tegevuse alguses** 90-sekundiline ohutuspüstak.
- Korraldage **piloodi keskel kõigi** osalevate õpetajatega tagasivaade: mida säilitada, lõpetada ja kohandada.
- Mõõtke **iga tegevuse** lõpus ruumi taastamiseks kuluvat aega. Kui see ületab viis minutit, parandage rutiini.

- Saatke **vanematele ja juhtkonnale iga kuu** kahest lõigust koosnev uuendus; hoidke nähtavus suur.
- Ärge lisage sel semestril uusi tööriistu. Õppige esmalt olemasolevaid põhjalikult kasutama.



KOKKUVÕTE

Milline näeb välja „toimiv“ lahendus 5. etapi lõpuks?

Tööriistad on enamasti omal kohal. Peale teie oskab tegevusi juhtida veel kaks kolleegi. Õpilased järgivad töövõtteid ilma pideva meeldetuletuseta. Lapsevanemad on ruumi näinud ja juhtkond teab, kuidas seda kasutatakse. Broneerimislehel on piisavalt kasutajaid, kuid ajakava ei ole veel üle koormatud.

13.6 6. etapp: seo õppetööga, laienda ja pane kogemused kirja

Kuuendas etapis saab õnnestunud piloodist kooli tavapärase tegevus. MakerSpace ei ole enam ajutine projekt, vaid osa kooli töökorraldusest. See etapp on sageli kõige raskem. Püsivaid harjumusi on keerulisem kujundada kui ruumi avada.

ETAPP

6

Ligikaudu üks
koolisemester

Seo õppetööga, arenda edasi ja pane kirja

Vahe-eesmärgid

- **Õppekavasse sidumine:** vähemalt kolm õppeainet kasutavad ruumi korrapäraselt.
- **Kaasjuhendajate võrgustik:** vähemalt kolm kolleegi tunnevad end iseseisvate tegevuste läbiviimisel kindlalt.
- **Õpilasuhtimine:** vähemalt neli õpilasest tehnikakaptenit või ohutusvalvurit.
- **Dokumenteermisüsteem:** tegevuste kogu, spikrid, ohutusplakat ja fotoarhiiv.
- **Vanematele** ja kogukonnale on korraldatud avatud uste päev.
- **Kaasatud on vähemalt üks väline partner** ettevõtlusest, vilistlaste seast või kogukonnast.

Väljundid

- **Laiendatud tegevuste kogu:** vähemalt 15 lühikest tegevust vähemalt kolmes õppeaines.
- **Uute kolleegide täienduskoolituse teekond:** 30-minutiline sissejuhatus ja iga tööriista kohta kahe lehekülje pikkune spikker.
- **Ühe lehe ülevaade osapooltele:** tegevuse ulatus, seos õppetööga, partnerid ja kulud.
- **Avatud uste päeva** aruanne osalejate arvu, fotode ja kolme tsitaadiga.

Õpetaja kontrollnimekiri

- Määrake igale **projektile** kaasjuhendajate paar.
- Korraldage **täienduskoolituse** pärastlõuna kõigile kolleegidele, kes soovivad ruumi kasutama õppida.

- Lisage **õpilaste juhtrollid**: kaptenid, valvurid ja materjalihaldurid.
- Korraldage **igal semestril üks avalik** avatud uste päev.
- Kaasake sel semestril **vähemalt üks** väline partner: ettevõtte, vilistlane, raamatukogu või omavalitsus.
- Uuendage ja printige **tõenduspakett uuesti**; see on teie kindlustus juhtkonna vahetuse puhuks.



NÕUANDEVÄLI

Koostage tõenduspakett ajal, mil te seda veel ei vaja

Tõendite kokkuvõtet vajatakse kõige rohkem siis, kui selle kirjutamiseks ei ole aega, näiteks juhtkonna vahetumisel. Koostage see juba nüüd, kui otsest vajadust veel ei ole. Uuendage kokkuvõtet kord õppeperioodis.

13.7 7. etapp: hoia töös, laienda ja jaga kogemusi

MakerSpace on nüüd töötanud ühe aasta. See on tunniplaanis, eelarves ja osa kooli identiteedist. Küsimus ei ole enam selles, kuidas ruum käima saada. Nüüd tuleb otsustada, kuidas hoida see töös ja kuidas tegevust edasi arendada.

ETAPP

7

*Pidev alates
teisest aastast*

Säilita, laienda ja jaga

Vahe-eesmärgid

- Aastaeelarves on read põhivarale, materjalidele ja tarvikutele, hooldusele ja täienduskoolitusele.
- **Mitme õpetaja võime**: ükski inimene pole asendamatu.
- **Väline tunnustus**: vähemalt üks auhind, toetuse pikendamine või väline esitlus aastas.
- **Võrgustiku liikmesus**: Fab Lab Network, Scientix, European Schoolnet või samaväärne võrgustik.
- **Teavitustegevus**: partnerlus naaberkooli, algkooli või kogukonnarühmaga.
- **Pidev hindamine**: iga-aastane ülevaatus õpilaste ja õpetajate tagasisidega.

Väljundid

- **Aastane tegevuskava**, kus iga rea eest vastutab nimega isik.
- **Järgmise etapi** laiendamisetepanek: uued seadmed, uus ring või uus õppeaine.
- **Partneriportfell** kolme nimetatud välissuhte ja iga partneri panusega.

- Ühe lehekülje pikkune aastane oma töö üle mõtlemismemo, mida jagatakse töötajate, juhtkonna ja partneritega.

Õpetaja kontrollnimekiri

- Taotlege igal aastal **vähemalt üht välist toetust või programmi**, näiteks Erasmus+, „Euroopa horisont“ või riiklikud STEM-fondid.
- Saatke kord aastas delegatsioon **ühele maker-hariduse** üritusele ja tooge tagasi kaks ideed, mida katsetada.
- Mentordage **üht partnerkooli** nende enda etappides 1–4.
- Tehke **kord aastas koos õpilaste** ja õpetajatega hindamine: mida säilitada, lõpetada ja kohendada.
- Uuendage ohutusosalast **sissejuhatust** igal aastal; hooletus on peamine ebaõnnestumisviis.
- Leidke ja koolitage oma koordinaatorirollile järglane; üksikud kriitilised sõltuvuspunktid hävitavad küpsed süsteemid.

13.8 Tegevuskava pildina

Kasutage järgmist visuaalset tegevuskava orienteerumiseks. Kui üksikasjad hakkavad häägustuma, tulge siia tagasi ja leidke oma asukoht teekonnal.

Etapp	Faas	Teema	Tüüpiline kestus
1	KAVANDA	1 Säde ja põhjendus	2–3 nädalat
2		2 Valmisoleku audit ja sidusrühmad	3–4 nädalat
3	EHITA	3 Disain ja hankimine	4–6 nädalat
4		4 Ehitamine, varustamine ja sissejuhatust	3–4 nädalat
5	ELLU VII	5 Esimene piloot: vii läbi, vaatle, kohanda	2–3 kuud
6		6 Lõimi, laienda ja dokumenteeri	Üks semester
7	SÄILITA	7 Säilita, laienda ja jaga	Pidevalt alates 2. aastast

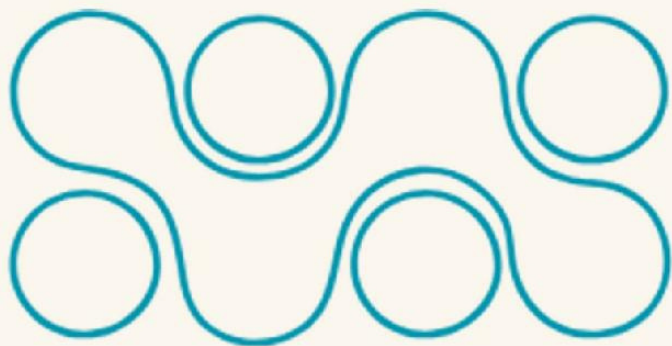
Joonis 12. Visuaalne tegevuskava



KOKKUVÕTE

Peatükk 13 lühidalt

Seitse etappi. Ärge jätke ühtegi vahele. Ehitage väikeselt. Ehitage koos toetajatega. Dokumenteerige pidevalt. Värvake oma järglane. Käsitlege ruumi toimiva süsteemi, mitte projektina. Korrake järgmisel aastal.



**PEAMISED MÕTTED:
ÜHE LEHE KOKKUVÕTE**

14. Peamised mõtted: ühe lehe kokkuvõte seinale

Selles osas koondatakse eelmiste peatükkide korduvad õppetunnid.

Ruumist endast

- **Ruumi määrab seal toimuv õppimine, mitte omatavate seadmete hulk.** Selge pedagoogikaga papist maker-nurk on parem kui pooltühi fab lab.
- **Alustage väikseimast usutavast versioonist:** üks hoiukapp, üks ring, üks semester. Teenige välja õigus laieneda.
- **Ruutmeetritest olulisemad on nähtavus, ventilatsioon ja hoiustamine.** Leidke ruum, kus saab tegevust jälgida ja vahendeid hoida. Kõik muu on parandatav.
- **Kõigepealt tsoonid, seejärel seadmed.** Märkige tsoonid nädalaks teibiga põrandale enne mööbli tellimist.

Ohutusest

- **Ohutus on rutiin, mitte plakat.** Nähtavad vahendid on kaitseprillide korv, loakaardid ja 90-sekundiline ohutuspüstak.
- **Kujundage reeglid koos õpilastega.** Nad valvavad seda, mille on ise kirja pannud.
- **Kuumust, elektrit või valmistamiseseadmeid hõlmaval tegevusel peab olema kaks koolitatud täiskasvanut.** Erandeid ei ole.
- **Kohelge napikaid kui väärtuslikku teavet.** Kümne minuti karistusega õppimisring on aasta kõige kasulikum täienduskoolitus.
- **Isikukaitsevahendid peavad olema ukse juures, mitte kappides.**

Inimestest

- **Kangelast ei saa laiendada.** Värvake varakult kaasjuhendaja, dokumenteerige kõik ja astuge teadlikult kõrvale.
- **Lisage teine tegevusaeg, et laiendada osalejate ringi.** Ärge asendage esimest, vaid avardate tavapärasest valikut.
- **Looge** täienduskoolituse teekond: 30-minutiline tutvustus **ja iga** tööriista kohta kahe lehekülje pikkune spikker. Sellest piirist alates saab uuest kolleegist usaldusväärne kaasjuhendaja.
- **Muutke õpilasuhtimine nähtavaks:** tehnikakaptenid, materjalihaldurid ja ohutusvalvurid. Nimed kastidel.
- **Värvake teisel aastal oma järglane.** Üksikud kriitilised sõltuvuspunktid hävitavad küpsed süsteemid.

Igapäevasest toimimisest

- **Pildistage taastatud seisund.** Sahtli tagaküljel olev foto hoiab ära 80% segadusest.
- **Tööriistapaneeli siluetid** muudavad puuduvad tööriistad üle ruumi nähtavaks.
- **Iga tegevus peaks lõppema** kolmeminutilise lõpetamisrutiiniga.

- **Igakuine jääkmaterjalide** audit takistab jäägikastil püsilaoks muutumast.
- **Broneerimisleht peab olema olema esimesest** päevast; pärast konfliktide tekkimist on seda palju raskem lisada.

Kogukonnast

- Kutsuge vanemad enne annetuse küsimist tegevust nägema. Usaldus eelneb vahenditele.
- **Igavavõitu igakuine uudiskiri on parem kui uudiskirja** puudumine. Kaks lõiku, kolm fotot ja 30 minutit.
- **Üks avatud uste päev semestris on miinimum.** Nähtavus on kalender, mitte lootus.
- **Tehke igal õppeperioodil üks partnerluspalve.** Kahe aastaga kujuneb toetajate portfell.

Juhtimisest ja püsima jäämisest

- **Juhtkonna vahetus on suurim korralduslik risk.** Koostage ühe lehekülje tõenduspakett praegu.
- **Siduge MakerSpace kooli korra ja aastaeelarvega.** Heatahtlikkus ei ole rahastusallikas.

Rahast

- **Põhivara ilma korduva rahastuseta tähendab aeglast ebaõnnestumist.** Kavandage teine aasta enne esimese aasta raha kulutamist.
- **1500 eurot koos koordinaatoriga on parem kui 40 000 eurot ilma** temata. Raha on harva peamine takistus.
- **Küsige raha osade** kaupa. Väikest edu on lihtsam rahastada ja kiiremini tõendada.
- **Küsige alati kirjalikku haridusasutuse hinnapakkumist.** Tarnijatel on avalikult reklaamimata hinnad.
- **Mitmekesistage rahastajaid:** vanemad, omavalitsus, ettevõtted, Euroopa Liit ja kooli eelarve. Ärge sõltuge ühest allikast.

Ebaõnnestumisest

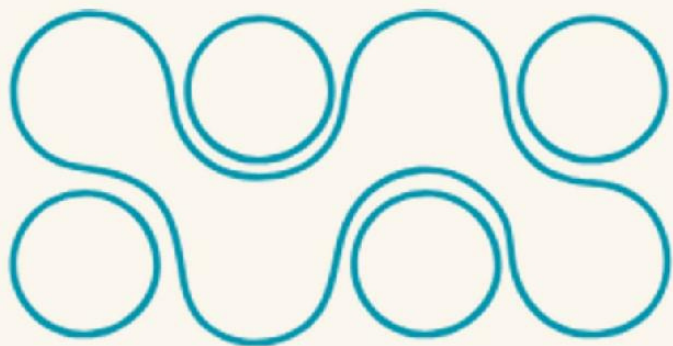
- **Ebaõnnestumisi on kolme liiki:** korralduslikud, praktilised ja maker-tegevusele loomupärased. Esimesed kaks puudutavad süsteemi. Kolmas ongi asja mõte.
- Hinnake töö käiku, mitte ainult valmis tulemust. Meeskond arendas insenerioskusi ka siis, kui ta mõistis, miks tema lahendus ei töötanud.
- **Jagage oma ebaõnnestumisi** avalikult. Kogukond kasvab sellest, mida oleme valmis valjusti ütleva.



KOKKUVÕTE

Üks lause, mille kaasa võtta

Looge alustamiseks võimalikult väike ruum. Pange paika toimivad töövõtted, mitte ärge täitke ruumi kohe seadmetega. Kaasake inimesed, kes saavad vajaduse korral teie ülesanded üle võtta. Pange kõik oluline kirja. Püsima jääb MakerSpace, mille töökorraldus on dokumenteeritud.



**LISAD:
PRAKTILISED
TÖÖVAHENDID**

Lisad

Praktilised töövahendid

Lisadesse on koondatud prinditavad, kopeeritavad ja kohandatavad töödokumendid, mis toetavad põhiosa peatükke. Käsitlege neid lähtepunktide, mitte valmis mallidena: igaüks on mõeldud kohandamiseks teie koolile.

Lisa 1. Ruumiplaani näidis

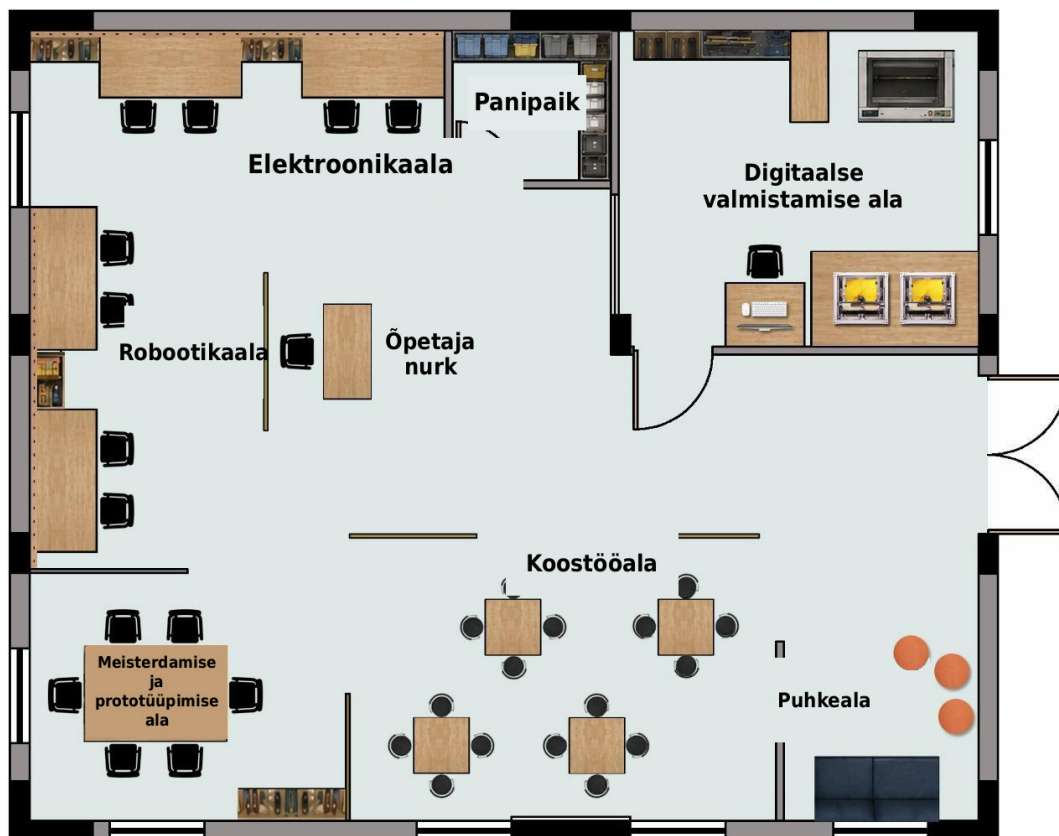
Selles lisas on ühe täieliku kooli MakerSpace'i näidisplaan. Seda ei pea täpselt kopeerima. Kasutage seda võrdlusena ja muutke lahendust oma ruumi, vahendite ning õppimise eesmärkide järgi. Näidisruumi kogupindala on 120 m².

Soovituslik paigutus: põhjalikum lahendus

Sobib: gümnaasiumidele või täiustatud rakendustele.

Peamised tsoonid:

- **Digitaalse valmistamise tsoon:** 3D-printerid ja laserlõikurid koos ventilatsiooniga.
- **Elektroonika- ja robotikatsoon:** eraldi tööpingid toiteühenduste ja seadmetega.
- **Käsitöö- ja prototüüpimistsoon:** suured töölauad projektide ehitamiseks.
- **Hoiu- ja materjalitsoon:** turvaline ning kategooriate järgi korraldatud hoiustamine.
- **Koostöö- ja esitlusala:** tahvlid ja väljapanekupind.
- **Õpetaja-/juhtimisala:** ülevaade kõigist tsoonidest.



Paigutus liigub vaiksimatest ja puhtamatest aladest mürarikamate ning tehnilisemate alade poole. Koostöö- ja puhkeala paiknevad ühes otsas, digitaalne valmistamine teises. Elektroonika- ja robotikaala asub seina ääres, kus on palju elektriühendusi. Keskel olev hoiuala jätab pööranda vabaks ja võimaldab ruumi ümber korraldada. Digitaalse valmistamise ala on eraldatud, et vähendada masinamüra ja õhus levivaid peenosakesi.

Töölalad on peamiselt eraldatud vabalt seisvate vaheseintega. Neid saab vajaduse korral ümber tõsta. Digitaalse valmistamise ja hoiuala vahel on osaliselt klaasist sein. Nii näeb juhendaja keskselt õpetaja- ja hoiualalt hästi masinate juurde.

Masinatega tööala uks peaks avanema väljapääsu suunas. Nii saab hädaolukorras kiiresti ruumist välja. Väljapoole avanev uks ei tohi samal ajal muutuda koridoris liikujatele ohtlikuks. Selle vältimiseks paigutage uks süvendisse või lisage sellele hästi nähtav vaateaken.

Ruumi/tsooni liik	Vajalik minimaalne pindala	Asukoht
Digitaalse valmistamise tööala	15–20 m²	Eelistatavalt eraldi ventileeritavas ruumis
• Laua-3D-printer • Keskmise suurusega laserlõikur • Arvutitöökoht	• 0,6 m × 0,6 m (puhvertsoon 0,3 m) • 1,2 m × 0,9 m (puhvertsoon ees 1 m ja taga 0,5 m) • 1,0 m × 0,8 m	
Elektroonikatööala	6–8 m²	Eelistatavalt ruumi perimeetril
• Puidust laud kahele õpilasele *Tööriistapaneelid laudade kohal, hoiuriulid laudade kõrval	• 0,8 m × 1,8 m	
Robotikatööala	6–8 m²	Eelistatavalt ruumi perimeetril
• Puidust laud kahele õpilasele *Tööriistapaneelid laudade kohal, hoiuriulid laudade kõrval	• 0,8 m × 1,8 m	
Käsitöö ja prototüüpimine	12–15 m²	
• Puidust laud 4–6 õpilasele • Hoiuruum/-riiulid	• 1,2 m × 1,8 m • 0,4 m × 1,5 m	
Koostöötsoon	15–20 m²	

● Ratastel lauad	puidust	● 0,7 m × 0,7 m	
Laoruum		4–6 m²	
Puhkeala		3–4 m²	

Kujunduspõhimõtted:

- Suure ja väikese riskiga alade eraldamine.
- Tugev tehniline baas: elekter ja ventilatsioon.
- Pikaajaliste ja keerukate projektide toetamine.

Üldised paigutusjuhised

- **Nähtavus:** õpetajal peab olema selge vaade kõigile tsoonidele.
- **Ohutus:** hoidke tööalade vahel selged liikumisteed ja ohutud vahemaad; märkige plaanile esmaabipunktid, tulekustutid ja tuletekid ning hoidke ligipääs vabana.
- **Ligipääsetavus:** tagage kõigile õpilastele ligipääs tööriistadele ja materjalidele.
- **Paindlikkus:** kasutage paigutuse kohandamiseks moodulmööblit.
- **Tsoonide selgus:** määratlege alad mööbli, siltide või värvikoodidega.
- **Nõuetele vastavus:** kavandage paigutus ohutusnõudeid ja auditeid silmas pidades, näiteks selged evakatsiooniteed ja tähistus.

Kuidas ruumiplaani kasutada

- Valige oma ruumi ja vahenditega sobiv paigutus.
- Kohandage tsoone kavandatud tegevuste ja seadmete järgi.
- Alustage lihtsalt ning täiustage paigutust kogemuste ja tagasiside põhjal.
- Määrake ohutusvahendite asukohad.

Lisa 2. Seadmete loetelud algtasemest põhjalikuma lahenduseeni

Selles lisas on seadmete näidisloetelud MakerSpace'i eri arengutasemete jaoks. Esimene sobib väikese eelarvega alustajale ja viimane täielikule maker-laborile. Loetelud järgivad TAME põhivaldkondi: elektroonikat, isetegemisel põhinevat robotikat ja digitaalset valmistamist. Neid täiendavad vajalikud käsitöö- ning prototüüpimisvahendid. Loetelusid saab kasutada osade kaupa ja hiljem täiendada.

A. Põhilahendus (väike eelarve / algtase)

Sobib: maker-nurkadele, mobiilsetele komplektidele ja esimese pilootetapi rakendusele.

Käsitöö ja prototüüpimine

- Eakohased käärid ja vaibanoad.
- Liimipulgad ja madala temperatuuriga liimipüstolid.
- Teibid (maalriteip ja tugev teip), nõör ning kummipaelad.

- Papp, paber ja taaskasutatud materjalid.
- Joonlauad ja mõõtevahendid.

Elektroonika (sissejuhatav)

- Patareihoidikud ja AA-patareid.
- LEDid, takistid ja summerid.
- Põhilised juhtmekomplektid.
- Maketeerimisplaadid (valikuline).
- Lihtsad voluringikomplektid, näiteks ühendatavad või paberil voluringid.

Robootika (isetegemise algtase)

- Lihtsad mootorid (alalisvoolumootorid).
- Andurid.
- Rattad ja põhilised mehaanilised detailid.
- Papp või taaskasutatud materjalid roboti konstruktsiooniks.
- Mikrokontrollerid (nt Makey Makey ja micro:bit).

Digitaalne valmistamine (lihtsam alternatiiv)

- Ligipääs tasuta disainitarkvarale.
- Käsitsi prototüüpimise tööriistad, näiteks lõikematid ja joonlauad.

B. Kesktaseme lahendus (arenev MakerSpace)

Sobib: võimet laiendavatele koolidele ja korrapäraseks õppekavasse sidumiseks.

Käsitöö ja prototüüpimine

- Täielik käsitööriistade komplekt: tangid, kruvikeerajad ja pitskruvid.
- Lõikematid ja täppistööriistad.
- Laiem materjalivalik: puitlehed, plast ja tekstiil.

Elektroonika

- Mikrokontrollerid, näiteks mitu Arduino või micro:biti seadet.
- Andurikomplektid: valgus, temperatuur, liikumine ja kaugus.
- Täitured: mootorid, servod ja LEDid.
- Maketeerimisplaadid, ühendusjuhtmed ja pistikud.

Robootika (isetegemise moodulsüsteemid)

- Mootoridraiverid, andurid ja juhtplaadid.
- Konstruktsioonikomponendid: moodulraamid, 3D-prinditud osad ja taaskasutatud materjalid.
- Toitesüsteemid: akupakid ja laadijad.
- Programmeerimiskeskonnad: plokipõhised ja/või tekstipõhised.

Digitaalne valmistamine

- Algtaseme **3D-printer**.

- Filamendid, näiteks PLA või samalaadne materjal.
- Põhiline CAD-tarkvara tasuta või hariduslitsentsiga.

C. Põhjalik lahendus (täielik maker-labor)

Sobib: väljakujunenud maker-programmi ja edasijõudnute projektidega koolidele.

Käsitöö ja prototüüpimine

- Täiustatud käsi- ja töökojatööriistad.
- Erimaterjalid: akrüül, vineer, tekstiil ja komposiidid.

Elektroonika

- Täiustatud mikrokontrollerid ja arendusplaadid.
- Asjade interneti moodulid: Wi-Fi ja Bluetooth.
- Laiendatud andurikogud.
- Jootmisjaamad ja tarvikud.

Robotika (täiustatud isetegemise süsteemid)

- Täiustatud mootorisüsteemid: samm-mootorid ja servosüsteemid.
- Kohandatud šassii ehitamine 3D-prinditud või muul viisil valmistatud osadest.
- Ühendamine andurite ja sidemoodulitega.

Digitaalne valmistamine

- Mitu **3D-printerit**, suurema täpsuse või mitme materjali kasutamise võimalusega.
- CAD/CAM-tarkvara.

D. Ohutusvahendid (kõigil tasemetel)

- Kaitseprillid.
- Kaitsekindad, kui need on asjakohased.
- Esmaabikomplekt.
- Tulekustuti.
- Ventilatsioonilahendused vastavalt seadmetele.

E. Täiendavad digivahendid

- Sülearvutid või tahvelarvutid, jagatud või eraldi kasutuseks.
- Internetiühendus.
- Tarkvara programmeerimiseks (nt plokipõhised vahendid ja Arduino IDE), disainiks (CAD-vahendid), dokumenteerimiseks ning koostööks.

F. Korraldus- ja hoiustamisvahendid

- Hoiukastid ja märgistatud anumad.
- Riulid või kapid.
- Tööriistapaneelid.
- Mobiilsed kärud paindlike lahenduste jaoks.

Kuidas loetelu kasutada?

- Alustage **põhilahendusest** ja laiendage järk-järgult.
- Eelistage **mitmekülgseid ja vastupidavaid tööriistu**.
- Tagage kooskõla **õpieesmärkide ja õpilaste vanuserühmadega**.
- Tasakaalustatud **õpikogemuse loomiseks ühendage** lihtsad ja kõrgtehnoloogilised tööriistad.

Lisa 3. Ohutuse kontrollnimekirjad

Selles lisa on ohutuse kontrollnimekirjad õpetajale ja koolile. Need aitavad hoida MakerSpace'i ohutu, korras ja nõuetele vastavana. Nimekirju on lihtne kasutada nii iga päev kui ka regulaarse põhjalikuma kontrolli ajal. Kohandage need oma kooli olude järgi ja lisage tavapärasesse töökorraldusse.

A. Igapäevane ohutuse kontrollnimekiri

Enne tegevust

- Tööala on puhas, korrastatud ja ohtudeta.
- Tööriistad ja seadmed on heas seisukorras.
- Vajalikud materjalid on ette valmistatud ja ohutult hoiustatud.
- Ohutusvahendid, näiteks esmaabikomplekt, on kättesaadavad.
- Õpilased on saanud tegevuseks sobivad juhised.

Tegevuse ajal

- Õpilased järgivad ohutusreegleid ja protseduure.
- Kogu tegevuse vältel on tagatud asjakohane järelevalve.
- Tööriistu kasutatakse õigesti ja ettenähtud otstarbel.
- Tööalad püsivad korras, ilma segaduse või leketeta.
- Igaüks võib ohtlikust käitumisest teatada ning sellele järgneb kohe tegutsemine.

Pärast tegevust

- Tööriistad puhastatakse ja pannakse määratud hoiukohta tagasi.
- Materjalid hoiustatakse või kõrvaldatakse õigesti.
- Tööalad puhastatakse ja taastatakse.
- Kahjustatud või puuduvatest seadmetest teatatakse.
- Seadmed lülitatakse välja ja kindlustatakse ohutult.

B. Igapäevane/periodiline ohutuskontroll

- Kõiki tööriistu ja seadmeid on kontrollitud kulumise või kahjustuste suhtes.
- Elektrisüsteeme – kaableid, pistikuid ja seadmeid – on kontrollitud.
- Digitaalse valmistamise tööriistad on puhastatud ja hooldatud.
- Hoiualad on korrastatud ja selgelt märgistatud.
- Materjalide ja tarvikute varud on üle vaadatud.
- Ohutustähistus on nähtav ja asjakohane.

- Avariiväljapääsud ja liikumisteed on vabad.
- Ventilatsioonisüsteemid töötavad õigesti.

C. Tööriistapõhine ohutuse kontrollnimekiri

Käsitööriistad

- Tööriistad vastavad õpilaste vanusele.
- Katkiseid või kahjustatud tööriistu ei kasutata.
- Lõikeriistu kasutatakse lõikemati ja õige tehnikaga.
 - Teritamist vajavad tööriistad teritatakse, sest nööri tööriist nõuab rohkem jõudu ja suurendab vigastusohtu.

Elektroonika

- Kasutatakse madalpingesüsteeme.
- Katmata juhtmeid ega vigaseid ühendusi ei ole.
- Vooluringide kokkupaneku ajal on toide välja lülitatud.

Robootika (isetegemise süsteemid)

- Konstruktsioonid on stabiilsed ja kindlalt kokku pandud.
- Liikuvad osad on kaitstud või selgelt tähistatud.
- Süsteeme katsetatakse kontrollitud alal.

Digitaalne valmistamine

- Masinaid kasutavad ainult väljaõppinud inimesed.
- Kaitsekatted on paigas.
- Ventilatsioon töötab seadme kasutamise ajal.
- Masinaid ei jäeta järelevalveta.

D. Õpilaste ohutusnõuete täitmise kontrollnimekiri

- Õpilased mõistavad ja järgivad ohutusreegleid.
- Õpilased kasutavad tööriistu vastutustundlikult.
- Õpilased kannavad nõutud isikukaitsevahendeid.
- Õpilased teatavad ohtudest või probleemidest kohe.
- Õpilased hoiavad tööala puhta ja korrastatuna.

E. Hädaolukorras valmisoleku kontrollnimekiri

- Esmaabikomplekt on olemas ja täielikult varustatud.
- Tulekustuti on kättesaadav ja kontrollitud.
- Hädaabikontaktid on nähtavale välja pandud.
- Õpetajad teavad hädaolukorra protseduure.
- Õpilased tunnevad põhilisi hädaolukorras tegutsemise viise.

Kuidas kontrollnimekirju kasutada

- Printige olulisemad kontrollnimekirjad välja ja pange MakerSpace'i nähtavale.
- Kasutage neid õpetajate **rutiinide ja koolituse osana**.
- Kohandage neid eri vanuserühmade ja tegevusliikide jaoks.
- Lisage need kooli ohutusreeglitesse ja dokumentidesse.

Lisa 4. Väikese eelarvega algstsenaarium TAME pilootidele

Selles stsenaariumis esitatakse kulutõhus ja praktiliselt realistlik eelarvemudel, mis on kohandatud TAME piloodi struktuurile:

- Kolme pilootvooru jooksul kokku viis klassi kooli kohta, näiteks esimeses voorus üks, teises kaks ja kolmandas kaks klassi.
- 20 õpilast klassis → viis neljaliikmelist meeskonda.
- Viis maker-projekti klassi kohta.
- Kolme pilootvooru jooksul kooli kohta kokku 25 meeskonda ja 25 projekti.

Stsenaarium eeldab, et iga meeskond lõpetab ühe **maker-projekti**, **seadmeid** jagatakse ja **kasutatakse eri klassides korduvalt** ning rõhk on isetegemise **robootikal, elektroonikal ja väikese kuluga prototüüpimisel**.

A. Eelarvestamise loogika

- Tagage **kümme meeskonnakomplekti**, üks meeskonna kohta eeldusel, et korraka töötab kaks klassi.
- Kavandage materjalid ja tarvikud kokku 25 projektile.
- Kasutage **moodulipõhiseid korduskasutatavaid komponente**.
- Vähendage sõltuvust kallitest seadmetest; digitaalse valmistamise vahendid ei ole kohustuslikud.

B. Seadmete ja materjalide eelarve kooli kohta

1. Korduskasutatavad meeskonnakomplektid, kokku kümme

Iga komplekt toetab üht meeskonda ja seda kasutatakse kõigis viies klassis korduvalt.

Kategooria	Ese	Kogus	Ühiku hind (€) (ligikaudne)	Kokku (€)
Elektroonika	Mikrokontroller, näiteks micro:bit	10	25	250
Elektroonika	Arduino	10	30	300
Elektroonika	Andurikomplektid (põhikomplekt)	10	40	400
Elektroonika	Maketeerimisplaadid ja ühendusjuhtmed	10	10	100
Robootika (isetegemine)	Mootorid, rattad ja draiverid	10	20	200
Robootika (isetegemine)	Konstruksioonimaterjalid (korduskasutatav valik)	10	25	250
Vahesumma	Korduskasutatavad komplektid			1500

2. Materjalid ja tarvikud 25 projektile ehk 25 meeskonnale

Kategooria	Ese	Hinnanguline maksumus (€)
Käsitöömaterjalid	Papp, paber, teip ja liim	150
Elektroonika	LEDid, takistid, juhtmed ja ühendused	100
Robootika	Varuosad ja ühendused	80
Mitmesugune	Kinnitusvahendid, liimid ja väikesed detailid	70
Vahesumma	Materjalid ja tarvikud	400

3. Tööriistad ja jagatud seadmed

Kategooria	Ese	Hinnanguline maksumus (€)
Käsitööriistad	Käärid, lõikeriistad, tangid ja kruvikeerajad	120
Liimimisvahendid	Madala temperatuuriga liimipüstolid ja liimipulgad	80
Mõõtevahendid	Joonlauad ja lõikematid	60
Hoiustamine	Kastid, anumad ja märgistussüsteem	100
Vahesumma	Tööriistad ja hoiustamine	360

4. Ohutusvahendid

Ese	Hinnanguline maksumus (€)
Esmaabikomplekt	50
Kaitseprillide komplekt	80
Põhilised isikukaitsevahendid, näiteks kindad	40
Vahesumma	170

C. Hinnanguline kogueelarve kooli kohta

Kategooria	Maksumus (€)
Korduskasutatavad komplektid	1500
Materjalid ja tarvikud	400
Tööriistad ja hoiustamine	360
Ohutus	170

Kategooria	Maksumus (€)
KOKKU	Ligikaudu 2430 eurot

Selle lahenduse järgi saab igaüks 25 meeskonnast teha ühe sisuka maker-projekti. Kool saab tegutseda väikese eelarvega ning tegevust on võimalik hiljem laiendada. Lahendus vastab TAME eesmärkidele. See näitab, et sisukas õppimine ei vaja kallist tehnilist baasi. Olulisemad on läbimõeldud tegevus ja vahendite hea kasutamine.

Oluline märkus: tabelites olevad hinnad on 2026. aasta aprillis ja mais tehtud internetiotsingu keskmised. Tegelik hind sõltub riigist, müüjast ja ostuajast. Kasutage neid summasid ligikaudse suunisena, mitte täpse hinnapakkumisena.

Lisa 5. Kesktaseme lahendus digitaalse valmistamise fookusega

Kesktaseme MakerSpace, mille keskmes on digitaalne valmistamine, annab koolile palju uusi võimalusi ilma täieliku töökoja kuluta. See sobib koolile, kellele algtaseme lahendusest enam ei piisa. Samuti aitab see valmistada ette toetustotlust või põhjendada juhtkonnale eraldi MakerSpace'i vajadust.

Laserlõikur, vinüüllõikur ja 3D-printer katavad koos digitaalse valmistamise põhietapid: kujundamise, lõikamise ja printimise. Nendega saab teha eri vanuses õpilaste ja eri õppeainete projekte. Need annavad kindla aluse, mida saab tulevikus edasi arendada.

Põhiseadmed

Seade	Kasulikud märkused	Ligikaudne hind
Väike või keskmise suurusega laserlõikur filtriseadmega. Mõne mudeli jaoks on saadaval valikulised tuleennetustarvikud. Mõne paketiiga tulevad kaasa pöördtarvikud silindriliste esemete, näiteks joogipudelite ja pliatsite graveerimiseks.	40–60 W suletud CO ₂ -laser, mis sobib puidu, akrüüli, papi ja naha lõikamiseks ning graveerimiseks. Diodlaserid on väiksemad ja neid on lihtsam teiselada. Need lõikavad paljusid materjale, kuid ei lõika ega graveeri läbipaistvat klaasi või akrüüli. Väikese eseme graveerimisel võivad need olla CO ₂ -laserist palju kiiremad. Paksema materjali lõikamine võtab aga rohkem aega. Vinüüli – kleebiseid, plaate või vinüüli sisaldavaid esemeid – ei tohi kunagi laserlõikuriga lõigata, sest sellest eraldub kahjulikke gaase.	1220–2500 eurot
Väike vinüüllõikur	Kasutatakse kleebiste, siltide, kuumülekandevinüüli, paberikäsitöö ja digitaalse valmistamise	350–500 eurot

Seade	Kasulikud märkused	Ligikaudne hind
	sissejuhatavate projektide jaoks. Mõni mudel lõikab ka õhukest puiduspooni, nahka ja muid materjale.	
FDM-3D-printer + Filamendikuivatuse seade + Filamendi kuivatamise tarvik	3D-printerite hind langeb jätkuvalt, samal ajal kui nende võimalused suurenevad. Soovitavad on väljakujunenud tootjate mudelid, sest nendega kaasnevad garantii, tehniline tugi ja koolitusmaterjalid. Mitme materjali süsteemid muutuvad tavalisemaks. Nendega saab printida mitmes värvis, kasutada keerukate vormide puhul tugimaterjali ja ühendada ühes prindis erinevate omadustega materjale. Sageli saab sellise süsteemi osta printerile lisavarustusena. Filamendi kvaliteedi ja töökindluse säilitamiseks võib vaja minna kuivatamisseadet, eriti suure õhuniiskusega keskkonnas, isegi kui printerit kasutatakse siseruumis.	550–1500 eurot
Valikuline: vaiguprinter koos UV-kõvastus- ja pesujaamaga	Vaiguga printimine on valikuline ning peaks FDM-printerit täiendama, mitte asendama. <i>Soovitav on vees lahustuv vaik, sest tugede eemaldamine on lihtsam ja kasutuskulu väiksem kui isopropüülalkoholiga puhastataval vaigul.</i> <i>Saadaval on ka taimsel, näiteks sojaõli baasil valmistatud mittetoksilisi vaikusid.</i>	350–500 eurot
Materjalid ja tarvikud esimesel aastal + *PLA-filament 3D-printerile + Vinüülloikuri vinüülrollid/-lehed + Laserloikurile ohutu vineer + Laserloikurile ohutu akrüül + 3D-printeri lisadüüsid Valikuline: + Taimne UV-vaik vaiguprinterile + Vaiguprinteri FEP-varukiled	Iga-aastaste materjalide ja tarvikute maksumust tuleb arvestada koos seadmete ostuga. Kulud erinevad programmi intensiivsuse, osalejate arvu ja pakutavate tegevuste valiku järgi. Printeritarkvara saab koondada kasutusandmeid ja sageli hinnata iga prindi eeldatavat maksumust.	1500–3500 eurot aastas *FDM-filamenti ostetakse tavaliselt ühekilostes rullides hinnaga 15–20 eurot rulli kohta.

Seade	Kasulikud märkused	Ligikaudne hind
+ Nitrilkindad vaigu ja printide käsitsemiseks		
Digitaalse valmistamise lahenduse suunav kogueelarve:		3970–8500 eurot.

Oluline märkus: tabelites olevad hinnad on 2026. aasta aprillis ja mais tehtud internetiotsingu keskmised. Tegelik hind sõltub riigist, müüjast ja ostuajast. Kasutage neid summasid ligikaudse suunisena, mitte täpse hinnapakkumisena.

Mida see lahendus võimaldab

Võrreldes algtasemega (vt lisa 4) avab selline tööriistade kombinatsioon õpilastele kvalitatiivselt teistsuguse töövaliku:

- Laserlõikur lõikab ja graveerib korduvalt sama täpsusega puitu, akrüüli, pappi ning muid lamedaid materjale. Sellega saab teha arhitektuurimudeleid, korpuseid, silte ja detailseid graveeringuid. Käsitsi võtaks sama töö rohkem aega ja tulemus oleks ebatäpsem.
- Vinüüllõikuriga saab teha kleeibiseid, šabloone, tekstiilaplikatsioone ja silte. Tegevus ühendab graafilise disaini praktilise valmistamisega. See on sageli hea algus õpilasele, kes ei tunne end veel 3D- või CAD-vahenditega kindlalt.
- **3D-printer:** ühendab digitaalse disaini füüsilise prototüüpimisega. Õpilased saavad liikuda visandist või CAD-failist käes hoitava, katsetatava ja täiustatava esemeni, toetades ühekordse ehitamise asemel tõelist „kavanda–täiusta–paranda“ tsüklit.

Koos toetavad need vahendid tugevaid ainetevahelisi seoseid kunsti ja disaini, inseneriteaduse, informaatika ning ettevõtlusõppega.

Lisa 6. Ohutusreeglite plakat seinale

Printige see A4-formaadis ning kinnitage uksele, hoiukapile ja iga suurema riskiga tööriista kohale. Maksimaalse omaksvõtu saavutamiseks looge sõnastus koos õpilastega.

MAKERSPACE'I OHUTUSREEGLID



Järgi alati juhiseid



Kasuta tööriistu ainult ettenähtud otstarbel



Kanna vajaduse korral kaitsevahendeid



Hoia töökoht puhas ja korras



Ära jookse ega käitu ohtlikult



Teata õnnetustest ja ohtudest kohe



Küsi enne **punase taseme tööriistade kasutamist luba**



Kahtluse korral peatu ja küsi

Lisa 7. Mõistete sõnastik

Sõnastikus määratletakse käsiraamatus kasutatud põhimõisted, et toetada ühist arusaama maker-hariduse, STEM-praktikate ja MakerSpace'i rakendamisega seotud kontseptsioonidest.

Ainetevaheline õppimine: lähenemine, mis ühendab mitme õppeaine teadmised ja oskused keerukate päriseluprobleemide lahendamiseks.

Arduino: lihtsasti kasutataval riist- ja tarkvaral põhinev avatud lähtekoodiga elektroonikaplatvorm, mida kasutatakse hariduses laialdaselt füüsiliseks **programmeerimiseks ja prototüüpimiseks**.

CAD (raalprojekteerimine): tarkvara digitaalsete mudelite ja disainide loomiseks, mida saab kasutada prototüüpimisel ning digitaalsel valmistamisel.

Digitaalne valmistamine: arvutiga juhitud tööriistade, näiteks 3D-printerite ja laserlõikurite kasutamine füüsiliste **esemete tootmiseks digitaalse disaini põhjal**.

DIY (Do-It-Yourself ehk isetegemine): lähenemine, kus õppijad kavandavad ja ehitavad ise lahendusi, rõhutades **praktilist loomist, katsetamist ning probleemilahendust**.

Elektroonika hariduskontekstis: vooluringide, komponentide ja süsteemide uurimine ning rakendamine interaktiivsete ja **programmeeritavate projektide loomiseks**.

Fab lab (fabrication laboratory ehk valmistamislabor): väikesemahuline töökoda, kus pakutakse digitaalse valmistamise tööriistu ja vahendeid ning mis kuulub sageli Fab Lab Networki võrgustikku.

IPA ehk isopropüülalkoholi kasutatakse tavaliselt vaigu eemaldamiseks 3D-prinditud detailidelt, eriti SLA- ehk vaiguprinteri puhul. Sellega puhastatakse ka ehitusplaati printide vahel ning tööriistu ja pindu. IPA on tuleohtlik. Kasutage seda ventileeritavas kohas ning hoidke eemal kuumusest ja lahtisest leegist.

Iteratsioon: disaini või lahenduse korduva täiustamise protsess katsetamise, tagasiside ja paranduste kaudu.

Konstruktivism: Seymour Paperti arendatud õppimisteooria, mille kohaselt loovad õppijad teadmisi kõige tõhusamalt käegakatsutavaid esemeid või digilahendusi valmistades.

Koostöö: õpiviis, kus õpilased lahendavad koos probleeme, **kavandavad lahendusi ja ehitavad projekte, sageli meeskondades**.

Maker-haridus: hariduslik lähenemine, mis rõhutab õppimist **loomise kaudu ning** ühendab loovuse, tehnoloogia ja praktilise probleemilahenduse.

MakerSpace: eraldi või paindlik keskkond, kus õpilased kavandavad, **ehitavad ja katsetavad tööriistade ning materjalidega**.

Meeskonnapõhine õppimine: pedagoogiline strateegia, kus õpilased teevad väikestes rühmades **koostööd, jagavad vastutust ja lahendavad koos probleeme**.

Micro: bit ehk BBC micro:bit on väike ja algajale sobiv hariduse jaoks loodud mikrokontroller. Sellel on sisseehitatud andurid, LEDid ja juhtmevaba ühendus. Seda saab programmeerida nii plokkide kui ka tekstikoodiga. Seepärast sobib see hästi programmeerimise ja füüsilise andmetöötlemise esmatutvuseks.

Mikrokontroller: väike programmeeritav seade, näiteks Arduino või micro:bit, mida kasutatakse interaktiivsetes projektides **elektroonikasüsteemide juhtimiseks**.

Ohutusprotokollid: selge ülesehitusega juhised ja protseduurid tööriistade, materjalide ning keskkonna ohutuks kasutamiseks.

Plokipõhises programmeerimises luuakse programm graafilisi plokkide lohistades ja ühendades. Tekstkoodi ei pea kirjutama. Seda kasutatakse hariduses palju, sest algaja saab keskenduda programmi loogikale, käskude järjekorrale ja juhtimisstruktuuridele ilma süntaksivigadega võitlemata.

Projektõppes õpivad õpilased aktiivselt, töötades pikema päriselu ülesannet käsitleva projekti kallal. Selles käsiraamatus tähendab lühend PBL projektõpet ehk Project-Based Learning. Mõnes allikas kasutatakse sama lühendit probleemõppe ehk Problem-Based Learning kohta. See on teine õppimisviis.

Robotika isetegemise lähenemine: robotsüsteemide kavandamine, ehitamine, programmeerimine ja kohandamine ligipääsetavate tööriistade, materjalide ning tehnoloogiate abil praktilises maker-põhises õppeprotsessis.

STEM/STEAM: hariduslikud lähenemised, mis ühendavad **loodusteadused, tehnoloogia, inseneriteaduse ja matemaatika** (STEM), **lisades loovuse** ja disaini edendamiseks kunsti (STEAM).

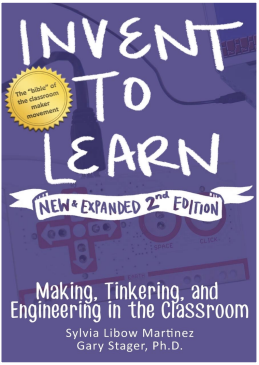
Tööriistapaneel: perforatsioonid plaad tööriistade või esemete korrastamiseks ja riputamiseks.

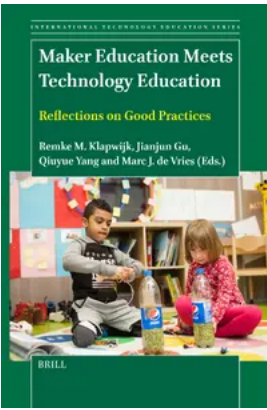
VOC tähendab lenduvaid orgaanilisi ühendeid. Need kemikaalid aurustuvad toatemperatuuril kergesti. Aure võib tekkida laserlõikamisel, eriti mõne plasti, MDF-i või töödeldud puidu puhul. Neid võib eralduda ka 3D-printimisel, eriti ABS-i või vaiguga, ning mõnest liimist või puhastusvahendist, sealhulgas IPA-st.

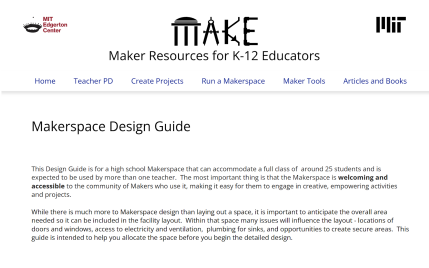
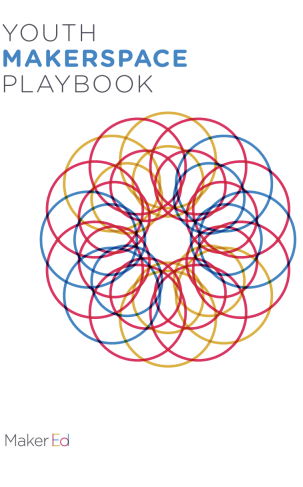
Lisa 8. Lisalugemine ja kasulikud materjalid

Kureeritud allikakogu õpetajatele ja koolijuhtidele, kes soovivad teemasse süveneda. Viimati kontrollitud 2026. aasta juunis.

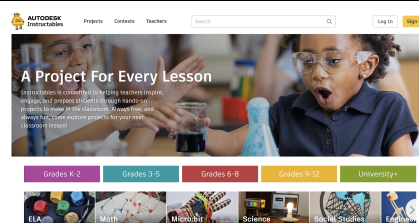
Maker-hariduse alusteosed	
MINDSTORMS Children, Computers, and Powerful Ideas SEYMOUR PAPERT Basic Books, Inc., Publishers / New York	Papert, S. (1980). Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. New York: Basic Books, Inc. <i>Põhjapanev teos, milles tutvustatakse konstruktivismi – loomise kaudu õppimise teoreetilist alust.</i>

	Valente J. A. & Blikstein P. (2019) Maker Education: Where Is the Knowledge Construction? <i>Constructivist Foundations</i> 14(3): 252-262. Available at https://constructivist.info/14/3/252.valente
	Sylvia Libow Martinez ja Gary Stager. Invent to Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom. Constructing Modern Knowledge Press, 2019. <i>Väga praktiline juhend maker-haridust rakendavatele õpetajatele.</i>
<i>Dale Dougherty</i> The Maker Movement When I talk about the maker movement, I make an effort to stay away from the word "movement" – most people just don't identify themselves that way. "Maker", on the other hand, describes each one of us, no matter how we live our lives or what our goals might be. We all are makers as we're preparing food for our families, as gardeners, as knitters. Although this view may not be part of traditional thought, there was a time when most Americans considered thought of themselves as craftsmen. Tinkering and being a tinkerer, and you could get a little bit more out of life than the average person. If you had good tinkering skills, if you could fix things you did, or perhaps, or improve your home or make your own clothes, then we lost some of that over the decades, but I also think it is coming back, for a lot of reasons. While people today may not measure this ability one of the same some of us as they once did, they are finding their lives enriched by creating something new and learning new skills. Maker magazine, which I founded in 2005, has been back to the magazine that has been part of the mid-20th century like Popular Mechanics, which had the attitude, if you can, who can do it? Each publication often helped people to start a hobby and learn skills. However, they helped the new hobbyist find a community of like-minded makers to talk and learn from. Maker Faire, which started in the Bay Area in 2006, a year after the magazine, created this idea of learning and community and created a space where makers of the magazine could get together to extend the conversations. At the time, a maker could get an effect they wanted or get a table and have people ask them about it. Having that kind of conversation with a range of people is the essence of the magazine, of the Faire, and perhaps of the whole movement. The experience of making things extends to kids as well. Many begin at a young age to explore and discover things they really love doing, so we have made the Faire a family affair, so even that makes sense relative to younger makers. We give kids workshops and competitions for people of all ages. Since the first Maker Faire held in San Mateo, California, we have held Faire in Austin, Texas, Denver, Michigan, and New York City. The most recent New York City event, the World Maker Faire, attracted over 100,000 attendees. In response to requests from fans, we have begun to hold mini Maker Faires in cities around North America. <i>Dale Dougherty is the founder of Maker magazine, the creator of Maker Faire, and the cofounder of Chilly Bits.</i> © 2012 Dale Dougherty Innovations / volume 7, number 3	Dale Dougherty (2012). Free to Make: How the Maker Movement is Changing Our Schools, Our Jobs, and Our Minds. Veebis: https://scispace.com/pdf/the-maker-movement-3vyji4ugyb.pdf <i>Dale Dougherty käsitleb maker-liikumise filosoofiat ja mõju haridusele ning ühiskonnale.</i>
	Raamat tutvustab loodusteaduste ja tehnoloogiaõppe käsitlemist, mis aitavad mõista MakerSpace'i kasutamist hariduses. MakerSpace'id toetavad STEM-õpet, kuid toovad kaasa ka uusi võimalusi ja ohte. Väga kaasahaarava tegevuse puhul tasub õpetajal alati küsida: „See näib lõbus, kuid mida õpilased õpivad?“ https://doi.org/10.4324/9781351116220

	Raamat käsitleb õppimist maker-liikumises nii väljaspool kooli kui ka formaalses õppes. See seob maker-tegevuse tehnoloogiaõpetusega. Autorid vaatavad, mida saavad teadlased, uuendajad ja õpetajad maker-liikumise põhimõtetest ning tavadest õppida ja mida saab maker-liikumine õppida tehnoloogiaõpetusest. https://doi.org/10.1163/9789004681910
Praktilised juhendid ja klassiruumivahendid	
	European Schoolneti Interactive Classroom Working Group (ICWG). Makerspaces in Schools: Practical Guidelines (2020). Juhised põhinevad Itaalia valitsuse riikliku dokumentatsiooni, innovatsiooni ja haridusuuringute instituudi INDIRE viimaste aastate projektides tehtud uuringutel ning vaadeldud kogemustel. Neid täiendasid kirjandusuuring ja üheksa riigi – Austria, Belgia, Tšehhi, Iirimaa, Itaalia, Luksemburgi, Portugali, Šveitsi ning Türgi – MakerSpace'i loonud koolide kogemused. Allpool nimetatud juhtumiuuringud põhinevad koolijuhtide ja õpetajatega tehtud intervjuudel. https://fcl.eun.org/makerspaces-practical-guidelines
	MakerSpace'ide käsiraamat, mis keskendub kahele põhiküsimusele: milline võiks kool olla tulevikus ja kuidas saavad MakerSpace'id muuta meie arusaama saavutustest? Makerspace Playbook: https://makered.org/wp-content/uploads/2014/09/Makerspace-Playbook-Feb-2013.pdf

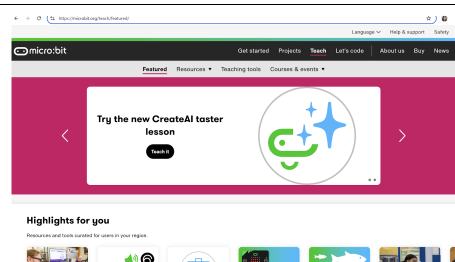
	Allikas tutvustab töövõtteid, mida on proovitud nii suurtes ettevõtetes kui ka väikestes töökodades. Nende abil saab parandada MakerSpace'i ohutust, töö sujuvust ja ühiseid harjumusi. Inimesed ei pea saama viga, tööriistad ei pea kaduma ning töökohad ei pea olema segamini. Materjal aitab luua püsivama ruumi, mis lähtub oma eesmärgist ja kokkulepitud põhimõtetest. https://www.maker-works.com/operations-book
	MIT Media – Maker Resources for K–12 Educators: https://k12maker.mit.edu/design-guide.html
	MakerEd (2016) käsitleb maker-keskkondi konstruktsionistlike õpiökoloogiatena, mis keskenduvad mängulisele ja uurivale õppimisele. https://makered.org/wp-content/uploads/2016/08/YMSPB-Approaches-and-practices.pdf
	MakerEdi (2015) Youth Makerspace Playbook loodi eesmärgiga juhendada ja innustada noori ning maker-huvilisi kujundama ruume, mis peegeldavad neid kasutavaid noori. https://k12maker.mit.edu/uploads/9/7/5/8/97583140/youth-makerspace-playbook_final.pdf

Veebiplatvormid ja kogukonnad



Instructables on suur veebikogukond, kus makerid, õpetajad ja harrastajad jagavad praktiliste projektide samm-sammulisi juhendeid. Teemasid leidub elektroonikast ja robotikast kuni käsitööni. Õpetaja leiab seal tasuta projektiideid, mida saab klassile kohandada. Juhendites on sageli materjalide loend, fotod ja tööetapid. See võib vähendada tunni ettevalmistamise aega ning ühendada õpetaja üleilmse tegijate kogukonnaga.

<https://www.instructables.com/teachers/>



Micro:bit platvorm on toetav kogukond, mis aitab õpetajatel micro:bit kasutamisel enesekindlust arendada ka siis, kui programmeerimine või elektroonika on neile uus.

<https://microbit.org/teach/featured/>



Make (<https://make.co/>) on juhtiv praktilisele loovusele, innovatsioonile ja maker-kultuurile pühendatud platvorm ning kogukond. Seal pakutakse mitmesuguseid praktilisi projekte, õpetusi, töövahendeid ja üritusi, mis toetavad õppijaid, õpetajaid, harrastajaid ning kogenud makereid elektroonika, robotika, valmistamise, programmeerimise ja isetegemise disaini uurimisel.

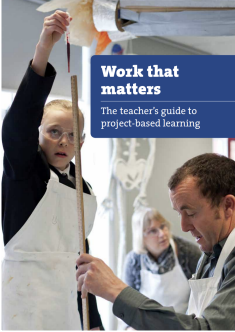


MakerEd on maker-hariduse võrgustik, mis ühendab veebis ja kohapeal osalemise võimalusi ning pakub:

- virtuaalseid töötubasid ja koolitusi,
- kohaliku, piirkondliku ja riikliku tasandi õpetajate võrgustikku,
- tasuta veebimaterjale ja väljaandeid.

<https://makered.org/>

Projektõpe ja pedagoogika

BUCK INSTITUTE FOR EDUCATION 	PBLWorks (Buck Institute for Education), https://www.pblworks.org – projektõppe kavandamise ja rakendamise juhised, mis on maker-haridusega tihedalt kooskõlas.
	See juhend on mõeldud õpetajatele. Selles selgitatakse, kuidas kavandada ja läbi viia õpilasprojekte, mis algavad uurimisküsimusest ning lõpevad käegakatsutava ja avalikult esitletava tootega. https://k12maker.mit.edu/uploads/9/7/5/8/97583140/teachers_guide_to_project-based_learning.pdf



**Co-funded by
the European Union**

Vastutuse välistamine:

rahastanud Euroopa Liit. Väljendatud seisukohad ja arvamused kuuluvad siiski üksnes autorile või autoritele ega pruugi kajastada Euroopa Liidu ega Euroopa Hariduse ja Kultuuri Rakendusameti (EACEA) seisukohti. Euroopa Liit ega EACEA nende eest ei vastuta.

See teos on litsentsitud Creative Commonsi litsentsi „Autorile viitamine + jagamine samadel tingimustel 4.0 rahvusvaheline“ alusel. Litsentsi koopia: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

TAME projekti lisateave ja materjalid: <https://tame.tlu.ee/>