

SOOVITUSED MOBIILSE JA STATSIONAARSE TÖÖKOHA NING ÕPPERUUMIDE VARUSTAMISEKS TEHNOLOOGIAGA

Üldhariduskoolide digitaristu
kaasajastamine

Juuli 2016



SISUKORD

SISSEJUHATUS	3
1. MOBIILNE TÖÖKOHT	4
1.1. Üldised parameetrid mobiilsele töökohale	5
1.2. Tehnilised parameetrid mobiilsele töökohale	6
1.2.1. Sülearvuti komplekt	6
1.2.2. Tahvelarvuti komplekt	7
2. STATIONAARNE TÖÖKOHT	9
2.1. Üldised parameetrid statsionaarsele töökohale	10
2.2. Tehnilised parameetrid statsionaarsele töökohale	11
2.2.1. Lauaarvuti komplekt	11
2.2.2. Ruumidesse tehnilise lahenduse planeerimine	12
3. ESITLUSTEHNKA	14
3.1. Videoprojektorite lisaparametrid	15



SISSEJUHATUS

Ulatuslik info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) areng on vastastikku mõjutanud organisatsioonide toimimist. Kui ühelt poolt võimaldab tehnoloogia senisest kvaliteetsemat ja kiiremat teenuse osutamist, siis teiselt poolt sunnib järjest keerulisemate süsteemide kasutamine pöörama kasvavat tähelepanu informatsiooni, andmete ja kaasnevate riskide juhtimisele.

Ka haridusmaastikul kasutatakse järjest enam IT-lahendusi, millest sõltub õppetöö tulemuslikkus ja haridusasutuste toimimine. IKT põhiste õppevaralahenduste kasutamine ja üldise digivõimekuse tõstmine seab omad nõuded vajalikule taristule, muuhulgas arvutitöökohtadele ja esitlustehnikale.

Käesolev dokument hõlmab soovitusi (tehnilist kirjeldust) haridusasutustele mobiilse ja statsionaarse töökoha ning õpperuumide varustamiseks tehnoloogiaga.

Mobiilse ja statsionaarse töökoha puhul antakse soovituslikud parameetrid võrgu-, video-, heli-, jm ühendustele, andmekandjatele, toitesüsteemile ja kohapealsele garantiile ning tehnilised nõuded seadme ekraanile, klaviatuurile, protsessorile, mälule, kõvakettale, operatsioonisüsteemile jm lisadele (dokk, ID-kaardilugeja, kõlarid, mikrofon, kuvar, jne). Tahvelarvutitele on kajastatud ekraani, operatsioonisüsteemi, mälu, toite, internetivalmiduse ja lisaseadmete (aku, klaviatuur, hiir) nõuded.

Esitlustehnika peatükk sisaldab nõudeid (interaktiivsete) videoprojektorite valgustugevusele, kontrastsusele, resolutsioonile, müratasemele, ühenduvustele ja interaktiivsusele.

Lisaks on toodud juhiseid ruumidesse tehnilise lahenduseplaneerimiseks (pidades eelkõige silmas videosignaali edastust ja kaabeldust) ning õpetaja mobiilse ja statsionaarse töökoha näidiskomplektid.

1. MOBIILNE TÖÖKOHT

Käesolev mobiilse töökoha soovitusel hõlmavad selle tehnilist kirjeldust ja soovituslike parameetriteid komplekteerimiseks. Mobiilse töövahendi olemasolu tagab õpetajale võimaluse kasutada seadet mitmes asukohas.

Mobiilse töövahendi komplekti koostamisel tuleb lähtuda õpetaja tööspetsiifikast ja õppetöö protsessidest, mis võivad õppeaineti erineda. Mobiilne seade on oluline neile õpetajatele, kes annavad tunde õppeasutuse erinevates ruumides ja vajavad mobiilset töövahendit tööülesannete täitmiseks ka väljaspool kooli. Ruumid, mida kasutab mitu õpetajat, peavad olema varustatud nii, et iga õpetaja saaks tundi anda oma mobiilse seadmega. Koolimaja ruumide tehnoloogiaga varustamisel tuleb jälgida ning vajadusel arendada ka muu vajalik infrastruktuur (trepid, lift, juhtmega ja juhtmevaba võrk, elektriühendused jne), et see toetaks mobiilsete seadmete kasutamist. Taristu arendamisel on oluline tagada turvalisus, et kooli arvutivõrk, sellega seotud tehnoloogia ja andmed oleks kaitstud võimalike rünnakute või tehniliste rikete eest (nt elektrikatkestus, vargus, vandalism, volitamata juurdepääs, jne). Kindlasti tuleb panustada täienduskoolitusse töötajate turvateadlikkuse tõstmiseks.

Õppetööga seotud andmed peavad olema lihtsalt ja kiirelt taastatavad – andmed tuleb varundada turvalises keskkonnas ja turvalise ühenduse kaudu. Mobiilne seade peab olema kaitstud pääsukoodidega ning tähtsad ja konfidentsiaalsed andmed tuleb hoida turvalises serveris või teenuses, millele ligipääsuks mobiilse seadmega tuleb kasutada turvalist ühendust kas virtuaalset privaatvõrku (*Virtual Private Network, VPN*) või krüpteeritud (*Hypertext Transfer Protocol Secure, HTTPS*) ühendust. Teistele kasutajatele tuleb seadme kasutamiseks luua eraldi konto, mis tähendab, et õpetajast erinev kasutaja (nt õppija) saab seadme kasutamiseks eraldi kasutajanime ja parooli. VPN-lahenduse puudumisel tuleb kasutada turvalisi, krüpteeritud ühendust kasutavaid õpikeskkondi.

ÕPETAJA MOBIILSE TÖÖKOHA NÄIDISKOMPLEKT

1. Sülearvuti komplekt:
 - 1.1. Statsionaarne kuvar igas klassiruumis;
 - 1.2. Lukustatav sülearvuti dokkimisalus igas klassiruumis:
 - 1.2.1. Klaviatuur;
 - 1.2.2. Hiir;
 - 1.2.3. Kõlarid (kui heli esitamine ei ole lahendatud muul viisil);
 - 1.3. Igal ruumi kasutajal on sama tüüpi sülearvuti, mis ühildub ruumi dokkimisaluslega.
2. Tahvelarvuti:
 - 2.1. Tahvelarvuti ja vajadusel klaviatuur või hiir;
 - 2.2. Piisava pikkusega toitejuhe;
 - 2.3. Väline lisaaku;
 - 2.4. Võimekus seadme pildi edastamiseks kas juhtme kaudu või juhtmevabalt.

1.1. Üldised parameetrid mobiilsele töökohale

Võrgühendused peavad eelistatult olema kaabliga (Cat6 või parem). Juhtmevaba ühenduse kasutamisel peab andmevahetus toimuma nii, et kasutaja on tuvastatud ning võrguliiklus käib turvalise ühenduse kaudu. Avaliku wifi-võrgu või mobiilse andmeside ühenduse puhul tuleb eelistada virtuaalse privaatsõrgu (VPN) kasutamist, juhul kui puudub turvaline ühendus andmete vahetamiseks. Turvaline ühendus on kas privaatsõrk (VPN) või krüpteeritud ühendus (HTTPS). Wifi puhul on turvaline ühendus tagatud piiratud ligipääsuga (kasutajatuvastus) ning krüpteeritud võtmega (*Wi-Fi Protected Access*, WPA). Juhtmevaba tehnoloogia peab toetama IEEE802.11 a/g/n/ac standardeid.¹

Videouhendustest peab olema igal sülearvutil vähemalt üks analoog (soovituslikult VGA) ja üks digitaalne videoväljund (DisplayPort, HDMI) ning lisaks juhtmevaba video edastamise tugi kas AirPlay või Miracasti protokollide kaudu. Tahvelarvutil peab olema vähemalt üks digitaalne videoväljund ja juhtmevaba video edastamise tugi kas AirPlay või Miracasti protokollide kaudu.

Heliühendustest peab olema vähemalt välise heliseadmete (kõrvaklapid, helisüsteem) ühendamiseks 3,5 mm audiopistikuga pesaga heliväljund. Kui seadmel ei ole eraldi 3,5 mm sisendit välise mikrofone ühendamiseks, peab üks pesa võimaldama sellise peakomplekti ühendamist seadmega, millel on kõrvaklapid ja mikrofon ühe ühenduse sees (kombo).

Universaalse jadasiini (USB) välise ühenduste arv peab olema sülearvutite puhul vähemalt neli ning tahvelarvutite puhul vähemalt üks. Sülearvuti USB-pesadest vähemalt pooled peavad olema minimaalselt USB 3.0 tüüpi², et tagada kiirem andmevahetus kas USB-liidesega välise seadmete või andmekandjatega.

Lisaühendustena peab kõikidel seadmetel olema SD-mälukaardi (microSD) ühendamise võimalus, mis võimaldab kiirelt andmeid teise seadmesse üle kanda (näiteks 3D-printer) või olemasolevat mäluruumi laiendada.

Andmekandjatena tuleb mobiilsetel lahendustel kasutada andmekao vältimiseks, juhusliku kukkumise või põrutuse vastu, ainult SSD (*solid-state drive*) või sarnase tööpõhimõttega andmekandjaid, millel puuduvad seesmised liikuvad osad.

Toitesüsteem peab mobiilse lahenduse puhul olema maksimaalselt võimekas ja stabiilne ning võimaldama vahendi kasutamist ka akutoitel selliselt, et oleks kaetud õppeprotsessis kirjeldatud vajadused. Sülearvuti aku peab olema vähemalt kuue või enama elemendiga, vajadusel kiiresti vahetatav või asendatav varuakuga. Tahvelarvuti puhul võib komplekti kuuluda lisaaku, mis võimaldab vajadusel pikendada kasutusaega. Võrgutoite ühendused peavad tahvelarvuti puhul olema levinumad (microUSB/lightning).

¹ <http://www.ieee802.org/11/>

² <http://www.usb.org/developers/docs/>

1.2. Tehnilised parameetrid mobiilsele töökohale

Mobiilse töökoha (ehk sülearvuti ja/või tahvelarvuti) valiku tegemisel peab arvestama kõigile seadmetele esitatavate nõuete maksimumiga, millele sisendi annab sisuline õppetöö ehk mobiilse seadme kasutamise eesmärk ja muud seadme kasutamise viisid. Seadme valikul tuleb jätta võimalus seadme võimekuse tõstmiseks (*Random-access memory*, RAM; SSD) arvestusega, et see oleks sarnastel eesmärkidel kasutatav vähemalt 4 aastat.

1.2.1. Sülearvuti komplekt

Ekraani diagonaali mõõt peab olema vähemalt 12,5 tolli (31,75 cm), mis võimaldab kasutamisel piisavalt suurt ekraanipinda, et teha tööd dokumentide ja tabelitega. Ekraani kuva suhe peab olema maksimaalselt lai, et toetada nii 16 : 9 suhtega materjalide vaatamist kui ka suuremate andmehulkadega töötamist. Ekraani resolutsioon peab olema minimaalselt 1920 x 1080. Ekraani pind peab olema matt ja kergesti puhastatav. Matt pind võimaldab töötamist madala energia tarbimise juures ilma välise tooteta ka kehvades valgustingimustes. Ekraani tagumine külg peab olema materjalist, mis vähendaks ekraani paindumist kaane avamisel või sulgemisel. Ekraani hinged ja muud liigendused peavad olema metallist, mis tagab maksimaalse kulumis-, ja deformeerumiskindluse ning kaitse võimaliku purunemise vastu mobiilsel kasutamisel.

Klaviatuur peab olema Eesti paigutusega ning sisaldama seejuures klahve märgistustega „<“, „>“ ja „|“ või olema vajadusel varustatud lisakleebistega, et seadet saaks kasutada võõrkeele eksamil. Lisaks peab mobiilsuse tõstmiseks olema klaviatuuril taustavalgustus, mis võimaldab seadme kasutamist ka olukorras, kus valgust on vähe. Klaviatuuri kõik klahvid peavad asetsema eraldi “pesades”, mis muudab klaviatuuri töökindlamaks ja vastupidavamaks.

Kohapealne (OnSite) garantii peab vähemalt 3(–4) aasta jooksul tagama probleemi tekkimisel seadme töös seadme kiire asenduse töökohal. Garantii peab laienema kogu komplektile (kuvar, dokk, klaviatuur, hiir). Võimalusel peab seadmelt saama andmekandja eemaldada ning selle paigaldamisel asendusseadmesse, et tagada andmete kasutamise jätkamine.

Protsessori puhul peab valima kahe või enama tuumaga vähemalt 2,5 GHz taktsagedusega Intel Core i5 või samaväärseid.

Töömälu (RAM) peab olema vähemalt 8 GB. Mälu mahtu peab olema võimalik laiendada kuni 16 GB-ni, eriti seadmetes, mida kasutatakse multimeediumi töötlemiseks.

Sülearvuti **kõvakettana** on sobivad SSD-tüüpi kõvakettad, mille suurus peab jääma vahemikku 250 GB kuni 1 TB olenevalt konkreetse seadme töö eripärast. Kõvaketas peab olema vajadusel vahetatav suurema vastu.

Sülearvuti **kaal** võiks jääda alla 2,2 kg.

Sülearvutitele ei ole vaja optilist seadet (CD/DVD). Seadme võib vajadusel hankida otse doki külge ühendamiseks või väiksema kasutuse juures võib kasutada ühiskasutatavaid seadmeid.

Sülearvutil peab olema sisse ehitatud pesa **mälukaartide** (SD või MicroSD) kiireks ühendamiseks ja **ID-kaardi lugeja**, samuti **kõlarid** ja **mikrofon** ning ühendused väliste audioseadmete ühendamiseks (3,5 mm **pistikud**). Sülearvutil peab olema RJ-45 **võrgupesa** ja **traadita ühenduste võimekus** vähemalt wifi (täpsemalt toodud eespool) ja Bluetoothi protokollide kaudu.

Sülearvutil peab olema selline **operatsioonisüsteem**, millel kindlasti töötavad Mozilla Firefoxi veebilehitseja ja VLC meediapleier ning mis vajadusel toetab mitme erineva õigusega kasutajakonto loomist. Lisaks peab seadmel olema võimalus alglaadida operatsioonisüsteemi kas USB või optilise seadme kaudu.

Soovitav on kasutusele võtta tarkvara, millega vajadusel saab seadmeid kaugelt hallata, lukustada või andmetest tühjendada.

Sülearvuti komplekti kuulub dokk (*docking station or port replicator or dock*), mis ühildub sülearvuti, hiire, klaviatuuri ja kuvariga. Peale klaviatuuri ja hiire ühendamist peab dokil olema veel vähemalt 4 vaba USB-porti, millest vähemalt 2 on USB 3.0 tüüpi. Dokil peavad olema audioühendused helisüsteemi ja mikrofoni ühendamiseks, vähemalt üks analoog- (VGA) ja vähemalt kaks digitaalset videoväljundit (DisplayPort, HDMI, DVI), võrgupesa, eraldi toitepesa ja toiteplokk ja vajadusel lukustussüsteem.

Kuvar peab olema vähemalt diagonaaliga 23 tolli (58 cm), kuvasuhtega 16:9, resolutsiooniga 1920 x 1080, kontrastsusega 1 : 1000, maksimaalse reageerimisajaga 5 ms ning eredusega alates 300 cd/m² (kandelat ruutmeetrile). Võimalusel valida suuremad kuvarid. Kuvari liidesed peavad võimaldama ühendamist dokiga digitaalse signaalkaabli kaudu (DisplayPort, HDMI, DVI). Kuvari peab olema võimalik kasutada ka USB (soovitavalt 3.0) jaoturina. Kuvaril peavad olema sisse ehitatud kõlarid, kui ruumis puudub muu helisüsteem. Kuvar peab olema üles-alla reguleeritav (vähemalt 100 mm), keeratav vasakule ja paremale (90 kraadi) ning muudetava kaldenurgaga (vähemalt 10 kraadi).

1.2.2. Tahvelarvuti komplekt

Tahvelarvuti **ekraani** suuruse valik peab lähtuma seadme peamisest kasutusala. Optimaalne valik alates 8 tollist kuni 11 või enama tollini, et tagendada seadme mugav kasutamine ka siseruumis. Ekraani resolutsioon ja heledus sõltuvad ekraani suurusest, kuid soovitav on jääda 16 : 10 või 16 : 9 kuvasuhte juurde ning valida mudelid, mille resolutsioon on vähemalt HD 1920 x 1080 pikslit. Tahvelarvuti puutesüsteem peab võimaldama mitut (minimaalselt 5) samaaegset puute fikseerimist. Vajadusel peab olema võimalik kasutada ka puutepliiatsit.

Tahvelarvuti **operatsioonisüsteemi** valikul tuleb arvestada seadme sihtotstarvet ning saadaolevate sobilike rakenduste hulka ja maksumust. Seadmele peab olema paigaldatud vähemalt jooksvast versioonist eelmine või jooksev operatsioonisüsteemi versioon ja et seade toetaks viimast tahvelarvuti tarkvara versiooni. Windowsi puhul peab tahvelarvutil olema Windows 10 versioon.

Tahvelarvuti **sisemälu** peab olema vähemalt 16 GB.

Tahvelarvuti toitesüsteem peab akutoitel võimaldama seadme kasutamist täiskoormusel vähemalt 6 h. Tahvelarvuti peab olema **laetav** microUSB või muu levinud ühenduse (näiteks *lightning*) kaudu.

Tahvelarvuti kasutamisel väljaspool kooli ruume tuleb läbi mõelda vajadusel ka 3G/4G **mobiilse interneti valmidus**. Tahvelarvuti peab omama kõiki traadita ühendumise võimalusi (wifi, Bluetooth). Lisaks, kui seadel on olemas 3G/4G ühendus, peavad need võimaldama kohtvõrgu loomist. Tahvelarvuti peab võimaldama **digitaalse videosignaali** edastamist juhtmevabade protokollide (AirPlay, Miracast) abil. Tahvelarvutil peab olema sisse ehitatud **mikrofon** ja **kõlarid** ning **ühenduspesa** väliste kõlarite ja mikrofoni ühendamiseks, **kaamera** (või kaks), mille parameetrite valikul tuleb lähtuda konkreetse seadme kasutusotstarbest.

Vajadusel võib tahvelarvuti komplekt sisaldada **klaviatuuri** (Bluetoothi või doki ühendusega) ja **välist hiirt**. Lisaks võib kaaluda **lisaaku** hankimist, mis tagab pikema seadme tööaja ühe laadimiskorraga. Lähtuvalt kasutusest tuleb kõikide seadmete puhul kaaluda kaante, ümbrise, koti või ka ekraanikilede hankimist ja kasutamist. Lisaks soovitame nii süle- kui tahvelarvutitele hankida sobivad laadimisjaamad ja transpordivahendid (kohvrid, kärud).

2. STATIONAARNE TÖÖKOHT

Käesolevad soovitusel koondavad statsionaarsete töökohtade ning esitlustehnika, eeskätt interaktiivsete puuetundlike tahvlite, tehnilist kirjeldust ja soovituslike parameetreid haridusasutustele.

Ehkki tänapäeval on haridusasutustes statsionaarsete töövahendite osakaal vähenemas ning interneti ja 4G andmeside levikuga kasutatakse järjest enam mobiilseid töövahendeid, siis teatud juhtudel, näiteks arvutiklassis, on soovitatav ja majanduslikult efektiivsem kasutada statsionaarseid seadmeid ehk kindla asukohaga lauaarvuteid. Lähtuvalt õppetöö vajadustest ning iseloomust on soovitatav kasutada kas arvutiklassi või tagada õpetajale igapäevatööks kohandatud statsionaarne töökoht.

Statsionaarse töövahendi komplekti koostamisel tuleb lähtuda õppehoone taristust ning vajadustest. Sealjuures unustamata, et ruumid, mida kasutab mitu õpetajat, peavad olema varustatud selliselt, et õpetajad saaks tundi anda nii statsionaarse kui ka oma mobiilse seadmega. Õppehoone ruumide tehnoloogiaga varustamisel tuleb jälgida ning vajadusel arendada ka muu taristu (trepid, lift, juhtmega ja juhtmevaba võrk, elektriühendused jne), mis toetaks nii statsionaarsete kui ka mobiilsete seadmete kasutamist. Kui laiapinda on vähe ning arvuti korpus ei pea olema lihtsasti avatav ja täiendatav sisemiste liseseadmetega, võib kaaluda AIO (*All in one*)-tüüpi (ehk kõik-ühes-lauaarvuti) lauaarvutite kasutamist. See on seade, milles arvutikuvar ja arvuti asetsevad kuvari korpuse sees.

Taristu arendamisel on väga oluline turvalisus, et õppehoone arvutivõrk, sellega seotud tehnoloogia ja andmed oleksid kaitstud võimalike rünnakute või tehniliste rikete eest (nt elektrikatkestus, vargus, vandalism, volitamata juurdepääs jne). Kindlasti tuleb panustada täienduskoolitusse töötajate turvateadlikkuse tõstmiseks.

Õppetööga seonduvad andmed peavad olema lihtsalt ja kiirelt taastatavad – andmed tuleb varundada turvalises keskkonnas ja turvalise ühenduse kaudu. Nii statsionaarsed kui ka mobiilsed seadmed peavad olema kaitstud pääsukoodidega ning kriitilised ja tundlikud andmed tuleb hoida turvalises serveris või teenuses, millele ligipääsuks kasutatakse krüpteeritud (HTTPS) ühendust. Statsionaarne töövahend on ühendatud võrgukaabli kaudu õppeasutuse sisevõrku ja selle kasutamise jagamisel erinevate kasutajatega tuleb luua eraldi konto, mis tähendab seda, et peakasutajast erinev kasutaja (nt õppija või teine õpetaja) saab arvuti kasutamiseks eraldi kasutajanime ja parooli. VPN-lahenduse puudumisel tuleb kasutada turvalisi, krüpteeritud (HTTPS) ühendust kasutavaid õpikeskkondi.

ÕPETAJA STATIONAARSE TÖÖKOHA NÄIDISKOMPLEKT:

1. Statsionaarne komplekt:
 - 1.1. Statsionaarne kuvar;
 - 1.2. Lukustatav turvatross, mis kinnitatakse kohta, kus pole võimalik turvatrossi kergelt eemaldada.
 - 1.2.1. Klaviatuur;
 - 1.2.2. Hiir;

- 1.2.3. Kõlarid (kui heli esitamine ei ole lahendatud muul viisil – näiteks lakke paigaldatud keskne helisüsteem);
- 1.3. Statsionaarsed töövahendid peaksid olema sarnased terves asutuses, v.a arvutiklass.

Tänapäevaste õppemetoodikate lahutamatu osa on **esitlustehnika** alates videoprojektoritest kuni interaktiivsete tahvliteni. Viimased on välja vahetamas seinale kinnituvaid või mobiilseid kriidi- ja markertahvleid. Esitlustehnika üks eeliseid on mobiilsus ja kompaktsus – esitlustehnika saab olla nii statsionaarne kui ka mobiilne, võimaldades seadmeid vajadusel ringi paigutada tänu spetsiaalsetele ratastega raamidele. Populaarsust kogub ka videosalvestussüsteemide kasutamine õppetöös. Näiteks kõrgkoolides salvestatakse erialaseid loenguid, mida saab vaadata vastavalt seadistustele kas reaalajas või hiljem järele vaatamisena videokogust. Analoogselt saab veebikeskkonnas edastada mõne olulise sündmuse videosalvestusi, näiteks õppeaasta ava- või lõpuaktuse videopilti.

2.1. Üldised parameetrid statsionaarsele töökohale

Võrguühendused peavad eelistatult olema kaabliga (CAT6 või parem). Statsionaarne töökoht peab olema paigaldatud selliselt, et kuvar, hiir ja klaviatuur on laual ning lauaarvuti ise paikneb laua all spetsiaalsel riiulil või kinnitusel. Viimaste puudumisel võib lauaarvuti paigutada põrandale. Piisava jahutuse tagamiseks ei tohi lauaarvutit paigutada tagumise osaga vastu seina, vahe lauaarvuti ja seina vahel peab olema vähemalt 50–60 cm. Teineteise vastas paiknevate töökohtade puhul tuleb vältida olukorda, kus lauaarvutid paiknevad laua peal selliselt, et tagumine osa on suunatud inimese poole. Kitsastes oludes on soovitatav kaaluda AIO-tüüpi lauaarvutite kasutamist. Lauaarvutite paigutamisel on soovitatav konsulteerida töökeskkonna spetsialistiga leidmaks parim ergonomiline asetus.

Arvutiklassi lauaarvuti komplektide puhul tuleb lähtuda õppetegevuse vajadustest ning komplektide hankimisel tuleb lähtuda õpetatava tarkvara nõudmistest riistvarale.

Heliühendustest peab olema vähemalt välise heliseadmete (kõrvaklapid, helisüsteem) ühendamiseks 3,5 mm audiopistikuga pesaga heliväljund. Kui seadmel ei ole eraldi 3,5 mm sisendit välise mikrofoniga ühendamiseks, peab üks pesa võimaldama sellise peakomplekti ühendamist seadmega, millel on kõrvaklapid ja mikrofon ühe ühenduse sees (kombo).

Universaalse jadasiini (USB) välise ühenduste arv peab lauaarvutitel olema vähemalt kaheksa. Lauaarvutite USB-pesadest vähemalt kolm peavad olema USB 3.0 standardiga, et tagada kiirem andmevahetus kas USB-liidesega välise seadmete või andmekandjatega.

Andmekandjatena on lauaarvutitel soovitatav kasutada andmekao vältimiseks ainult SSD või sarnase tööpõhimõttega andmekandjaid, millel puuduvad seismised liikuvad osad.

Toitesüsteem peab lauaarvutil olema maksimaalselt võimekas (hankimisel eelistada vähemalt 85% efektiivsusega toiteplokk) ja stabiilne, kuid samas vaikne. Toiteploki võimsus peab olema piisav, et tagada töökindlus ka komplekti kuuluvate lisaseadmete puhul.

Lauarvuti komplektis peab olema väline **ID-kaardilugeja** USB-pesa kaudu ID-kaardi kasutamiseks või klaviatuurile sisse ehitatud ID-kaardilugeja.

2.2. Tehnilised parameetrid statsionaarsele töökohale

Statsionaarse töökoha valiku tegemisel peab arvestama kõigile lauarvutitele esitatavate nõuete miinimumiga, millele sisendi annab sisuline õppetöö korraldus ehk seadme kasutamise eesmärk ja muud seadme kasutamise viisid. Seadme komplekteerimisel tuleb jätta võimalus seadme võimekuse tõstmiseks (RAM, SSD) arvestusega, et see oleks sarnastel eesmärkidel kasutatav vähemalt neli aastat.

2.2.1. Lauaarvuti komplekt

Lauaarvuti komplekti kuuluvad kuvar (monitor), mis on ühendatud lauarvuti külge digiühenduse abil (DVI, HDMI, Display Port), optiline hiir, klaviatuur ning ergonomiline hiirematt. Juhul kui ei tellita valmiskomplekti, peavad lauarvuti komplekti osad olema tootja poolt testitud, vältimaks ühilduvuse probleeme. Lauarvuti võiks väiksemat korpuses (SFF-tüüpi) või AIO lahendus, kus kõik vajalik on lisatud kuvarikorpusesse.

Kuvar peab olema vähemalt diagonaaliga 23 tolli (58cm), kuvasuhtega 16 : 9 või 16 : 10, resolutsiooniga 1920 X 1080, kontrastsusega 1 : 1000, maksimaalse reageerimisajaga 5 ms ning eredusega alates 250 cd/m² (kandelat ruutmeetri kohta). Võimalusel valida suuremad kuvarid. Kuvari liidesed peavad võimaldama ühendamist dokiga digitaalse signaalkaabli kaudu (DisplayPort, HDMI, DVI). Kuvarit peab olema võimalik kasutada ka USB (soovitavalt 3.0) jaoturina. Kuvaril peavad olema sisse ehitatud kõlarid, kui ruumis puudub muu helisüsteem. Kuvar peab olema üles-alla reguleeritav (vähemalt 100 mm), keeratav vasakule ja paremale (90 kraadi) ning muudetava kaldenurgaga (vähemalt 10 kraadi).

Klaviatuur peab olema Eesti paigutusega ning sisaldama seejuures klahve märgistustega „<“, „>“ ja „|“ või olema vajadusel varustatud lisakleebistega, et seda saaks kasutada võõrkeeleksamil. Klaviatuuri kõik klahvid peavad asetsema eraldi „pesades“, mis muudab klaviatuuri töökindlamaks ja vastupidavamaks.

Kohapealne (OnSite) garantii komplektile peab vähemalt nelja aasta jooksul tagama probleemi tekkimisel seadme töös kiire asenduse. Garantii peab laienema kogu komplektile (arvuti, kuvar, klaviatuur, hiir). Võimalusel peab seadmelt saama andmekandja eemaldada ning selle paigaldada asendusseadmesse, et tagada andmete kasutamise jätkamine.

Protsessori puhul peab valima nelja või enama tuumaga vähemalt 2,5 GHz taktsagedusega Intel Core i5 või samaväärse.

Töömälu (RAM) peab olema vähemalt 8 GB. Mälu mahtu peab saama laiendada kuni 32 GB-ni, eriti seadmetes, mida kasutatakse multimeediumi töötlemiseks.

Lauaarvuti **kõvakettana** on sobivad SSD-tüüpi kõvakettad, mille suurus peab jääma vahemikku 240 GB kuni 1 TB olenevalt konkreetse seadme töö eripärast. Kõvaketas peab olema vajadusel vahetatav suurema vastu või võimaldama lisakõvaketast, näiteks arvutiklassi arvutitel (va AIO-tüüpi seadmed).

Lauaarvutile ei ole vaja optilist seadet (CD/DVD), kui seda ei näe ette kasutusstsenaarium. Seadme võib hankida vajadusel otse lauaarvuti külge ühendamiseks või väiksema kasutuse juures hankida ühiskasutatavaid seadmeid, mida kõik soovijad saavad oma seadme küljes kasutada.

Lauaarvutile peab olema installeeritud, kas seadme tootja või kolmanda poole poolt toetatud kõikide lauaarvuti komplekti kuuluvate lisaseadmete toetuse ning turvapaikade uuenduste toega **operatsioonisüsteem**, millel kindlasti töötavad Mozilla Firefoxi veebilehitseja ja VLC-meediapleier ning mis vajadusel toetab mitme erinevat õigusega kasutajakonto loomist. Samuti peab olema toetatud domeeni lisamise võimalus. Lisaks peab seadmel olema võimalus alglaadida operatsioonisüsteem kas USB- või optilise seadme kaudu.

Soovitav on kasutusele võtta tarkvara, millega vajadusel saab seadmeid kaugelt hallata, lukustada või andmetest tühendada.

2.2.2. Ruumidesse tehnilise lahenduse planeerimine

Kaabliga **videosignaali** edastuseks tuleb esitlusseadme (projektor, täiendav kuvar (monitor), TV-seade, vms) ja signaali edastava arvuti vahele planeerida sobiv kaabeldus, pidades silmas kaabli pikkust ja edastatavate signaalide tüüpe. Valida saab ka juhtmeta videosignaali edastuse lahenduse, kuid nende puhul peab arvestama viivitusega (*latency*) ja signaali kvaliteedi langusega (rakendatava signaali pakkimise algoritmi tõttu). Konkreetse lahenduse valikul tuleb lähtuda edastatava signaali tüübist ja ruumi kasutuse eesmärgist. Näiteks tahvelarvutite kasutamisel on võimalik videosignaali edastamiseks kasutada adapteriga või otse HDMI-kaabli, ent tahvelarvutiga töötamisel on juhtmevaba videosignaali edastamine mugavam.

Valides **VGA-kaabelduse**, peab arvestama signaali sumbuusega pikemates kaablites, mis väljendub pildi kvaliteedi languses. **HDMI**-kaabliga tuleb arvestada kaablite pikkuse piiranguga: standardne pikkus 5 m, distantsidel alates 10–15 meetrit tuleb kasutada tõhusama varjestusega installatsioonikaablit. Pikematel distantsidel (alates 12 m) tuleb kasutada soovitatavalt signaaliedastust **CAT6**-kaabliga. Selleks on olemas konverterite komplektid, kus saatja võtab vastu allika HDMI-signaali ja edastab selle ühe või kahe CAT6-kaabli kaudu vastuvõtjale, milles toimub signaali konverteerimine tagasi HDMI-ks. CAT6-kaabli(te) pikkus sõltub konkreetsest konverteri mudelist ja võib ulatuda 100 meetrini. Pikemate distantside korral tasub seadmete valikul otsustada sellise seadme kasuks, mis suudab otse CAT6-kaabli kaudu pilti vastu võtta.

Kui ruumis on **rohkem kui üks videosignaali allikas**, on soovitatav kasutusele võtta seade, mis lülitab ekraanile kuvatavat pilti ühelt allikalt teisele – *video switcher* või *switcher* ja skaleerija, kui videosignaalid on erinevate parameetritega.

HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*)-signaali puhul tuleb silmas pidada, et signaal on digitaalne ja paljude seadmete puhul kontrollitakse signaali sisu vastavust digitaalse sisu kuvamise reeglitele. Näiteks kui soovitakse HDMI-signaali edastada seadmest, millel on **HDCP** (*High-bandwidth Digital Content Protection*)-kontrolli funktsionaalsus ja seade tuvastab, et signaal sisaldab kaitstud sisu, siis takistatakse selle edastamist.

Lisaks HDMI-le on laiemalt kasutusel VGA- ja Display Port'i ühendused ning ruumi planeerimisel tuleks arvestada, kas planeeritavaid seadmeid saab nende külge otse ühendada või on vaja üleminekuid/konvertereid. Sama kehtib iOSi ja Androidi seadmetega, mille ühendamisel esitlusseadmega on vaja sobivat *lighting*- või MHL-toega microUSB üleminekut (kui seadmel on MHL (*Mobile High-Definition Link*) -tugi). Osadel seadmetel on mini- või MicroHDMI-pesad, mille puhul on vaja üleminekut tavalise HDMI-kaabliga ühendamiseks.

Juhtmevaba videosignaali edastusel on Apple'i puhul vajalikud AirPlay protokolliga toetavad seadmed (näiteks Apple TV), mis omakorda ühenduvad süsteemi HDMI-ühendusega. Androidi puhul on olemas erinevad CAST-seadmed, mis võimaldavad juhtmevaba ekraani jagamise toega seadmete kaudu edastada videosignaali näiteks projektorisse.

3. ESITLUSTEHNIKA

Esitlustehnika valik sõltub ruumi suurusel, esitlusvahendite arvust ja kasutusotstarbest. Järgnevalt on kirjeldatud levinumaid valikuid.

Videoprojektor – võib olla lauale või lakke paigaldatud ning juhtmega arvuti külge ühendatud videoprojektor (*datapjektor*), mille peamine eesmärk on kuvada signaalallika (arvuti) pilti seinale/ekraanile.

Videoprojektori kasutamisel tuleb ekraani materjaliks valida spetsiaalne kangas või valmiskraan, mis võib olla kõrgema tagasipeegelduse koefitsiendiga (standardne väärtus 1.0, kõrgem koefitsient on nt 1.3). Alternatiivina saab kasutada valget seina, mille pind on täismattvärviga kaetud ning töödeldud kõrgema viimistlus kvaliteediga (võimalikult sile). Videoprojektori valik sõltub ruumi suurusel (laius, kõrgus, sügavus) ja kõige kaugemal asuva vaataja asukohast ekraani suhtes. Oluline on ruumi kasutamise otstarve, mis võib nõuda mitme projektori või lisaekraanide kasutamist.

Videoprojektorite puhul saab valida DLP- ja LCD-tehnoloogia vahel.

- **LCD** (*Liquid-Crystal Display*) on eredamate värvidega pildiga ja on täpsema ja loomulikuma värviedastusega;
- **DLP** (*Digital Light Processing*) -**projektorid** on odavamad, väiksema müratasemega ja sobivad paremini esitlusgraafika näitamiseks. Pilti iseloomustab ere valge värv, kuid madalam tulemuslikkus värvirohke sisu näitamisel (nt film).

Interaktiivne videoprojektor – interaktiivse projektori puhul saab kasutaja arvuti pilti juhtida ekraani kaudu seda käe või puutepliiatsiga puudutades. Interaktiivne videoprojektor võib vajada USB-ühendust videoprojektori ja arvuti vahel.

Interaktiivne tahvel – seinale paigaldatud või ratastel puuetundlik ekraan või tahvel, mis on ühendatud arvuti või muu signaalallikaga. Tahvli puuetundlikule pinnale projitseeritakse arvutipilt, kus kasutaja saab seda hallata puutepliiatsi, sõrme vmt osutusvahendi abil.

Videoprojektor koos interaktiivse tahvliga – videoprojektori ja interaktiivse pinnaga ekraani (tahvli või seina) komplekt, kus videoprojektori pilt kuvatakse tahvlile, mis omakorda on USB-ühenduse kaudu ühendatud arvutiga ning mille puutepinna kaudu saab arvuti pilti juhtida.

Ekraan – projektori kuvapind (värvitud sein või spetsiaalkangas).

Väiksema ruumi korral (vaataja kaugus ekraanist 6–8 m või vähem ja ruumi laius alla 5 m) saab kasutada LCD- või sarnase tehnoloogiaga lisakuvareid või interaktiivseid kuvareid (telerid), mille suurus peaks olema vähemalt 50 tolli (127cm) ning alumise serva kõrgus maapinnast vähemalt 1,2 meetrit. Võimalusel peaks kuvari kõrgus olema muudetav. Kaaluda võib ka mobiilsete lahenduste kasutamist, kus interaktiivne tahvel koos projektoriga, interaktiivne kuvar või lisakuvar on paigaldatud ratastega alusele, mille kõrgus on muudetav ning seadet on võimalik hõlpsalt paigaldada teistesse ruumidesse. Pikemates ja madalama

laega ruumides tuleb ruumi tagumises osas nähtavuse parendamiseks paigaldada lisaekraanid ruumi keskosas nii, et ruumi tagaosas oleks ekraanil toimuv ilma pingutuseta jälgitav ja samas ei varjataks vaatevälja ruumi esiosale. Kui ruumi ehitus võimaldab, tuleb piklikes ruumides asetada tagumised istekohad ridade kaupa järjest kõrgemale ekraani tasapinna suhtes.

Interaktiivne kuvar – eraldiseisev puutetundlik seade (näiteks teler), millele kuvatakse arvutipilt, mida saab juhtida otse ekraanilt kas sõrme või spetsiaalse pliiatsiga.

Interaktiivsete kuvarite puhul soovitame eelistada professionaalseid tooteid laiatarbetoodele viimaste suhteliselt madala kvaliteedi ja nõrga töökindluse tõttu. Interaktiivne kuvar võib olla eraldiseisev seade või kõik-ühes-seade, millel on sama korpuse külge ühendatud ka tava- või miniarvuti. Eelistada tuleks seadmeid, mille puutetehnoloogia toimib samamoodi kui uuematel nutitelefonidel – inimkehast saadavate elektriimpulsside kaudu. Lisaks on võimalik leida seadmeid, mis töötavad survetundlikkuse või spetsiaalse pliiatsi (*stylus*) abil, mille asukohta seade on võimeline tuvastama, ning ka laservõrku kasutavaid seadmeid, mis tuvastavad puudutuse asukoha katkenud lasekiirte abil. Mõne seadme puhul saab kasutada ka mitut vahendit: sõrm, *stylus*, kinnas jne.

Lisakuvar – seade (näiteks teler), millele kuvatakse arvuti- või videopilt.

3.1. Videoprojektorite lisaparameetrid

Projektori valgustugevus, mida märgitakse lumenites (märke ANSI viitab standardile, mille järgi nimetatud valgustugevus on mõõdetud). Mida suurem on ruum ja mida heledam on ruumi tavavalgus (suured aknad, eredad lambid), seda võimsam peab olema projektori valgustugevus. Kui ruumis peab olema piisav valgus kirjutamiseks, siis ei saa ruumi täielikult pimendada ning sellevõrra tuleb valida suurema valgustugevusega projektor. Arvestada tuleb ruumi maksimaalne loomuliku valguse heledus (suvel ere päike) ja selle põhjal valida vahendid kas pimendamiseks või otsustada võimsama projektori kasuks. Näiteks mõõduka välisvalgusega ruumis on 250 x 150 cm projektsioonipinna puhul sobilik 3500 ANSI LM projektor (LCD).

Projektori kontrastsuse suhe, mida kirjeldatakse näiteks 1000 : 1, mis näitab projektori omadust kuvada astmete kaupa tumedaid ja heledaid toone – selle näite puhul kõige heledama ja kõige tumedama tooni vahe on 1000 astet ehk valgest mustani tekitab selline projektor 1000 erinevat tooni.

Projektori loomulik (native) resolutsioon ja kuvasuhe näitab videosignaali mõõtu pikslites ja kuvatava pildi külgede suhet. Soovitame kasutada kas 16 : 9 või 16 : 10 kuvasuhtega projekteid. Näiteks tavapärasesse õpperuumi sobib videoprojektor, mille loomulik resolutsioon on vähemalt 1280 x 800 pikslit (WXGA, kuvasuhe 16 : 10). Kõrgema resolutsiooni (nt 1920 x 1080 e FullHD või kõrgema kaadriservaga 1920 x 1200) vajadust tuleb kaaluda, lähtudes ruumi kasutusviisist ja arvestades projektori tunduvalt suurema maksumusega.

Müratase sõltub videoprojektori võimsusest ja ehitusest. Mürataset mõõdetakse detsibellides (dB), kuid täpne mõõtmisviis ei ole rangelt standardiseeritud, mistõttu tootjad tõlgendavad näitajat endale kasulikul viisil. Suurema korpusega videoprojektori müratase on üldjuhul madalam, kuna võimaldab suurema läbimõõduga jahutusventilaatori(te) kasutamist. Kompaktsed projektorid on sarnase valgusvõimsuse juures tavaliselt lärmakamad. Kui madal müratase on oluline, siis tuleb kasutada kas suuremaid projektoreid, projektori paigaldamist eraldi ruumi või LCD-ekraane.

Videoprojektorit iseloomustavad **ühendused**:

- **Signaalisendid:** üks või mitu HDMI-sisendit, üks VGA-sisend.
- **Arvutivõrguühendus:** võrgu kaudu kontrollimine või pildi edastamine.
- **USB-ühendus:** teatud projektori funktsionaalsus (interaktiivsus) eeldab USB-ühendust arvutiga või võimalust kuvada projektoriga faile otse mälu pulgalt.

Interaktiivsus võimaldab projektoril kuvapinnal toimuvate puudutuste abil juhtida signaalallikat. Nii käe kui ka selleks ette nähtud pliiatsiga tehtud puudutusi võidakse registreerida kas spetsiaalse tahvli (nt SMART, Promethean, vmt) või kaamera abil otse tavaliselt ekraanilt või seinalt. Puutetundlikkust iseloomustab samaaegsete puudutuste arv.