



Co-funded by
the European Union

Asjade internet ja pilvetehnoloogia jätkusuutlikkuse heaks



BIOS4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





Sisukord

1. Suurandmetest	3
2. Millisel kujul andmed on?	4
3. Kust suurandmed pärinevad?	7
4. Asjade internet	10
5. Kuidas asjade interneti tehnoloogia töötab	12
6. Pilv	14
6. Digitaalsed oskused	16
7. Suurandmed ja säästva arengu eesmärgid	19
8. Nutikad linnad	20
9. Liitreaalsuse (AR) integratsioon	21
10. Kokkuvõte: liitreaalsuse tulevik nägemisteaduses	22
Viited	23





Õppetee üldine teema	Suurandmed, asjade internet ja nutikad linnad säästva arengu heaks
Õppeüksuse täpne nimetus	Nutikad andmed nutikatele linnadele: digitehnoloogiad ja säästva arengu eesmärgid
Sihtrühma vanus	14–18-aastased
Õppijale esitatavad nõuded	Digitaalsed põhioskused (pilveteenuste kasutamine, andmete uurimine, esitlusvahendid). Üldteadmised keskkonnast, energiast ja globaalsest kodakondsusest. Oskus meeskonnas töötada ja tõhusalt suhelda. Uudishimu tehnoloogilise innovatsiooni ja sotsiaalse mõju vastu.
Õppeüksuse kirjeldus	See üksus juhendab õpilasi avastama maailma Suurandmed, siis Asjade internet (IoT) ja Nutikad linnad, millel on tugev seos Kestliku arengu eesmärgid läbi Liitreaalsust tööriistade, simulatsioonide ja koostööprojektide abil analüüsivad tudengid andmeid, kavandavad nutikate linnade lahendusi ja hindavad uute tehnoloogiate mõju linnaelu kvaliteedile ja keskkonnale. Kursus on jagatud kolmeks etapiks: Avasta – Teosta – Täiusta, integreerides kaasavaid tegevusi ja interaktiivseid kujundavaid hindamisi.
Teema: Asjaosalised	Arvutiteadus, tehnoloogia, kodanikuõpetus, geograafia, loodusteadused
Märksõnad	Suurandmed, asjade internet, targad linnad, pilveteenused, digioskused, kestliku arengu





	eesmärgid, linnade jätkusuutlikkus, avatud andmed, digitaalne kodakondsus, liitreaalsus, andmekirjaoskus.
Peamised omandatavad kvalifikatsioonid, oskused ja teadmised	• Andmete elutsükli mõistmine: kogumine, töötlemine, visualiseerimine. • Oskus analüüsida andmekogumeid ja teha operatiivseid järeldusi. • Asjade asjade (IoT) ja linna digitaalse infrastruktuuri põhiteadmised. • Nutikate lahenduste koostööpõhine disain, mis põhineb reaalsel andmetel. • Teadlikkus tehnoloogia rollist jätkusuutlikkuse protsessides. • Läbivate oskuste arendamine: probleemide lahendamine, kriitiline mõtlemine, digitaalne suhtlus.
Kasutatud ressursid ja didaktilised abivahendid	• AR-platvormid (nt CoSpaces Edu, Merge EDU, Assemblr, ZapWorks). • Avalikud andmekogumid (nt Eurostat, Maailmapank, piirkondlikud avatud andmed). • Rakendused ja simulaatorid andmevoogude, asjade interneti võrkude ja pilveinfrastruktuuride visualiseerimiseks. • Veebipõhised koostöövahendid (nt Google Workspace, Padlet, Canva). • Harivad videod, juhtumianalüüsid ja informatiivsed artiklid.
Hindamiskriteeriumid ja hindamine	• Suurandmete, asjade interneti, nutikate linnade ja säästva arengu eesmärkide mõistmine. • AR-platvormide, pilvetööriistade ja andmeanalüüsi tõhus kasutamine. • Rühmas väljatöötatud projekti kvaliteet, innovatsioon ja järjepidevus. • Võimekus tuvastada jätkusuutlikke eesmärke ja pakkuda välja sihipäraseid tehnoloogilisi meetmeid. • Esitluse selgus, tehnilise keele ja multimeediavahendite korrektne kasutamine. • Viktoriinid ja liitreaalsuse armatuurilauad edusammude jälgimiseks ja pidevaks tagasisideks õpetajatelt ja klassikaaslastelt.





Suurandmetest

Suurandmed viitavad tohutule osale infost, mille maht nõuab mis tahes uurimisotstarbel spetsiifilisi analüüsimeetodeid ja -tehnoloogiaid. Nende infokogumite kolm põhiomadust – nn kolm V-d – on järgmised:

- **Maht** See on eriti mahukas andmemaht, mis tähendab, et see võib võtta palju ruumi, alustades terabaitidest kuni petabaitideni;
- **Kiirus** Kuigi andmete hulk on eriti suur, tuleb need dekodeerida ja lugeda võimalikult lühikese aja jooksul. Suurandmete käitlemise ja korrektse haldamise määravaks teguriks on seega kiirus.
- **Mitmekesisus** Suurandmeid defineeritakse kui struktureerimata või poolstruktureeritud andmeid ja see tekitab lisaraskuse, kuna enne töötlemist on vaja eelanalüüsi.

Veelgi hilisemal ajal on kolme V-ga kombineeritud ka teisi omadusi.¹:

- **Tõesus**: Suurandmete nõuetekohaseks töötlemiseks tuleb need filtreerida; kuna tegemist on toorandmetega, võib see viia vale analüüsini ja suure statistilise vea ja tõlgendamise riskini.
- **Väärtus**: Kõik suurandmed ei pruugi olla väärtuslikud, olenevalt eesmärgist, milleks neid töödeldakse ja tõlgendatakse. Jällegi tuleks enne analüüsi välja valida huvipakkuvad andmed.
- **Muutlikkus**: Neid saab filtreerida, kategoriseerida ja kasutada erineval viisil vastavalt kasulikule otstarbele.

Üldiselt on kolme tüüpi andmeid: struktureeritud, poolstruktureeritud ja struktureerimata. Siiski tuleb rõhutada, et andmed ja informatsioon ei ole sünonüümid, sest – eriti arvutiteaduses – informatsioon iseenesest ei eksisteeri, vaid see saadakse kogutud andmete töötlemise teel.

Struktureeritud andmete all peame silmas sellist tüüpi teavet, mida saab hõlpsasti andmeväljadesse kapseldada ja korraldada, kuna seda iseloomustab täpne struktuur; näiteks võime mõelda sarnasele tabelile, mis sisaldab kolme erinevat veergu, mis sisaldavad välju:

NIMI	SURNALE	IDENTIFITSEERIMISKOOD
Mario	Rossi	000000000001

Kui me räägime poolstruktureeritud andmetest, peame silmas teatud tüüpi teavet, millest osa saab kapseldada andmeväljadesse – ja seega on tegemist struktureeritud andmetega –, samas kui teine osa koosneb struktureerimata andmetest; näiteks e-kirjad, kus mõned väljad, näiteks saatja, adressaat ja teema, on eelnevalt määratletud, samas kui e-kirja sisu – st meie saadetav sõnum – on struktureerimata andmete kujul, kuna seda ei saa kapseldada konkreetseesse välja.

¹ <https://searchdatamanagement.techtarget.com/definition/big-data>





From: Dato strutturato

To: Dato strutturato

Subject: Dato strutturato

Calibri (Body) 11

Dato non strutturato

Joonis 1 - Andmete liigitamine e-kirjas

Mis puutub suurandmetesse, siis need esinevad struktureerimata, poolstruktureeritud ja struktureeritud andmetena.

2. Millisel kujul andmed on?

Kuigi nüüd on võimalik digitaalselt vahetada mis tahes vormingus andmeid (nt fotosid, videoid, dokumente jne), ei kajastu see, et need kodeeriti algselt kahendsüsteemis, mis koosneb numbritest null ja üks. See süsteem põhineb positsioonilisel numeratsioonil, st kus kahe numbril positsioonil on oma tähtsus ja väärtus; lisaks, kuna kodeerimiseks kasutatakse ainult kahte numbrit, öeldakse, et süsteem põhineb kahendsüsteemil. Kõigil neil põhjustel on väärtuse kirjutamine kahendsüsteemis järgmisel kujul:

(001011)₂

Alaindeks ₂ näitab, et tegemist on kahendsüsteemiga, ümarsulud aga näitavad väärtust. Esmalt on võimalik proovida teisendada kahendsüsteemi väärtused kümnendsüsteemi väärtusteks: selleks on vaja väärtused järjestada (esimene on parempoolne ja viimane vasakpoolne) ning korrutada need kahega, mis on astmeliselt suurendatud. Näiteks:

1. Järjestame väärtused paremalt vasakule

1	1°
1	2°
0	3°
1	4°
0	5°
0	6°





1. Korrutage iga väärtus 2-ga järk-järgult kasvavas astmes

1	2^0
1	2^1
0	2^2
1	2^3
0	2^4
0	2^5

1. Me liidame üksikute korrutuste tulemuste kokku

$1 \cdot 1$	1
$1 \cdot 2$	2
$0 \cdot 4$	0
$1 \cdot 8$	8
$0 \cdot 16$	0
$0 \cdot 32$	0
KOKKU	11

Lõppkokkuvõttes saab binaarsüsteemis väärtus $(001011)_2$ kümnendsüsteemis väärtuseks 11. Kui aga soovime proovida vastupidist tehet, st kümnendsüsteemis oleva arvu transponeerida kahendsüsteemis olevaks arvuks, peame arvu vaid jagama järk-järgult kahega ja arvestama jäägiga:

96

$96/2 = 48$	0
$48/2 = 24$	0
$24/2 = 12$	0
$12/2 = 6$	0
$6/2 = 3$	0
$3/2 = 1$	1
$1/2 = 0$	1

Seega on arv 96 binaarsüsteemis:

$(1100000)_2$





Saame kontrollida, kas see arvutatud väärtus on õige.

$0 \cdot 2^0$	$0 \cdot 1$	0
$0 \cdot 2^1$	$0 \cdot 2$	0
$0 \cdot 2^2$	$0 \cdot 4$	0
$0 \cdot 2^3$	$0 \cdot 8$	0
$0 \cdot 2^4$	$0 \cdot 16$	0
$1 \cdot 2^5$	$1 \cdot 32$	32
$1 \cdot 2^6$	$1 \cdot 64$	64
	KOKKU	96

Sulgudes olevaid üksikuid binaarväärtusi nimetatakse bittideks ja kaheksa bitti vastab ühele baidile. Näiteks ülaltoodud juhul koosneb jada seitsmest bitist.

Bitt on mõõtühik ja seetõttu on sellel, nagu kõigil teistelgi, rahvusvahelise süsteemi kaudu määratletud ekvivalentsusskaala:

MITMEKORDNE	SÜMBOL	Samaväärsus
Kilobiti	kb	1000 b
Megabitt	Mb	1000 kb
Gigabit	Gb	1000 MB
Terabitt	Tb	1000 GB
Ta küsib.	Pb	1000 terabaiti
See on läinud.	Eb	1000 pliid
Zettabit	Zb	1000 Eb
Yottabit	Yb	1000 zb





3. Kust suurandmed pärinevad?

Mõiste definitsiooni juurde tagasi tulles selgub, kuidas seda tüüpi andmed erinevad traditsiooniliselt töödeldud andmetest: esiteks on suurandmete peamine erinevus ülejäänutest nende keerukus ja pakutava ning potentsiaalselt ka tootma suudetava teabe ulatus. Seega tähistavad suurandmed andmete salvestamise ja töötlemise ületamist relatsioonandmebaaside kaudu.

DATABASE RELAZIONALI

The structure of a relational database takes the form of a table, within which rows and columns containing the data of interest are arranged. Each column has an attribute (or data field), containing all its unique values (e.g. product code sold by a supermarket), which are called records.

Cells 1A and 1B contain the data fields which, in this case, correspond to the identification code of each product and the units in the warehouse; cells 2A, 3A, 4A, 5A and 2B, 3B, 4B, 5B contain the records.

Supposing you have another table containing, instead, the product code and the units already on the supermarket's shelves, you can join this one with the previous table to obtain a third table containing all the data available to the supermarket: in this case, the join field between the two would be the product code.

Suurandmeid kogutakse paljude tööriistade abil ja need genereeritakse igapäevaste tegevuste, näiteks veebis sirvimise, kaupade ja teenuste ostmise või e-panga kanalite kasutamise kaudu. Üks näide sellisest andmeallikast on küpsised, millel on lubatud jagada kolmandate osapooltega.

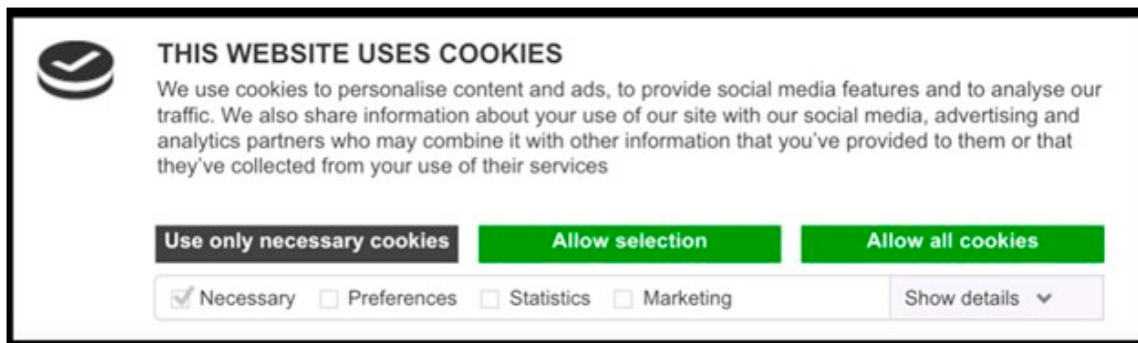
Küpsiste tähenduse ja funktsiooni ühine määratlus kirjeldab neid kui väikeseid andmefragmente, mida kasutaja külastatavale veebisaidile edastab parema sirvimiskogemuse saamiseks, võimaldades teenusepakkujal salvestada teatud teavet veebisaidi kasutamise, ostueelistuste jms kohta. Küpsiste peamine ülesanne on igal juhul kasutaja tuvastamine ja tema



külastuse põhjuste meeldejätmise. Seetõttu on need mõnede tarbijatele muret tekitavaks muutunud.

Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2002/58/EÜ, mis käsitleb isikuandmete töötlemist ja privaatsuse kaitset elektroonilise side sektoris, preambulis selgitatakse küpsiste kasutamise eesmärki, rõhutades selle vahendi kasulikkust, kuid hoiatades samal ajal veebiteenuse pakkujaid. See nõuab neilt läbipaistvuskriteeriumide vastuvõtmist, andes kasutajatele teavet kogutud andmete liigi ja kavandatud kasutusotstarbe kohta.

Seejärel jõustus privaatsuse kaitset käsitlev määrus ehk isikuandmete kaitse üldmäärus (GDPR). Muuhulgas kehtestas see teenusepakkujatele kohustuse mitte paigutada kasutaja esmakordsel kasutamisel andmekogumisvahendeid ning seejärel küsida küpsiste kasutamiseks konkreetsetel eesmärkidel nõusolekut (tehnilised küpsised, jagamine kolmandate osapooltega jne).



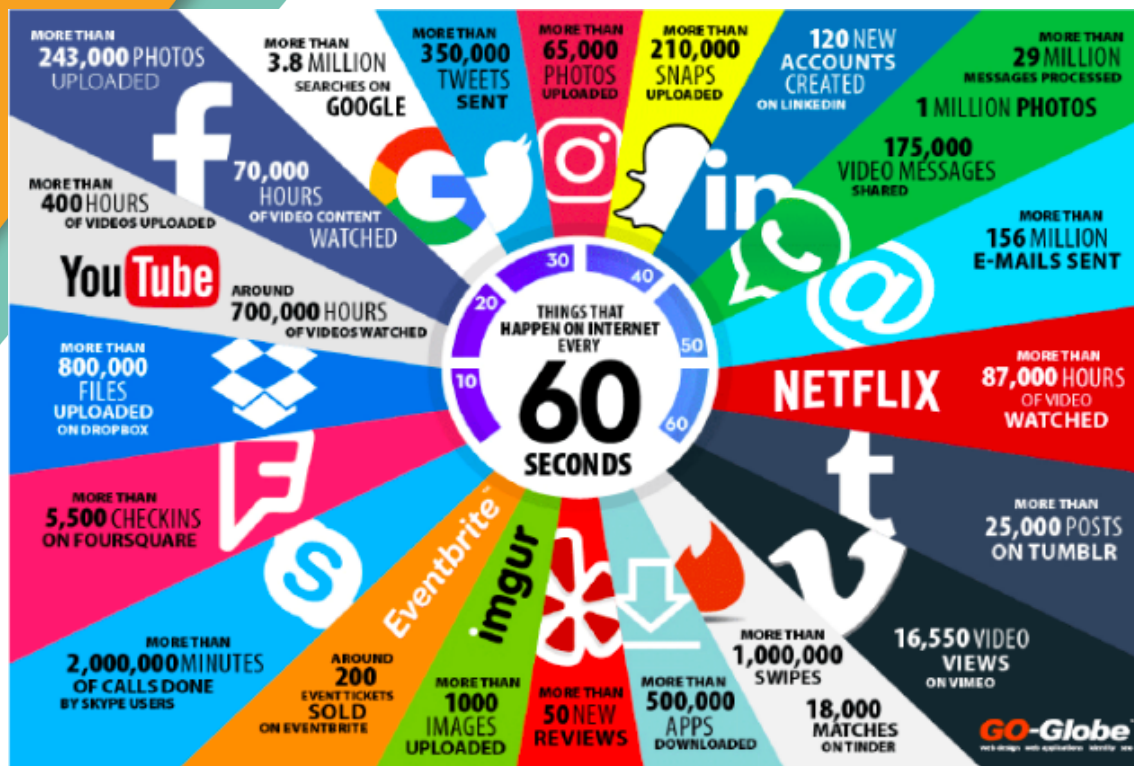
Joonis 2 – Küpsiste kasutamise nõusoleku ribareklaam, allikas: <https://www.neting.it/blog/cookie-law.html>

Lisaks küpsistele saab erinevat tüüpi andmeid hankida sotsiaalvõrgustike kaudu või asjade interneti (IoT) maailma kuuluvates seadmetes olevate andurite abil. Eriti viimase kategooria puhul on võimalik pääseda ligi paljudele andmetele väga erinevate muutujate kohta.

AGCOMi hinnangu kohaselt toodeti ainuüksi 2018. aastal 28 zettabaidi andmeid, mis on samaväärne 250 000 000 DVD-ga. Eeldades, et see andmemahut salvestatakse ühe terabaidi mahutavusega mälu ketastele, oleks vaja ligikaudu $3\,006\,477 \times 10^{10}$ mälu ketast, mis on isegi ette kujutamiseks äärmiselt suur arv. Teise hinnangu kohaselt genereerib iga Maa elanik 2020. aastaks keskmiselt 1,7 megabaiti andmeid sekundis, mille tulemuseks on kokku 2,5 kvintiljonit baiti andmeid päevas.

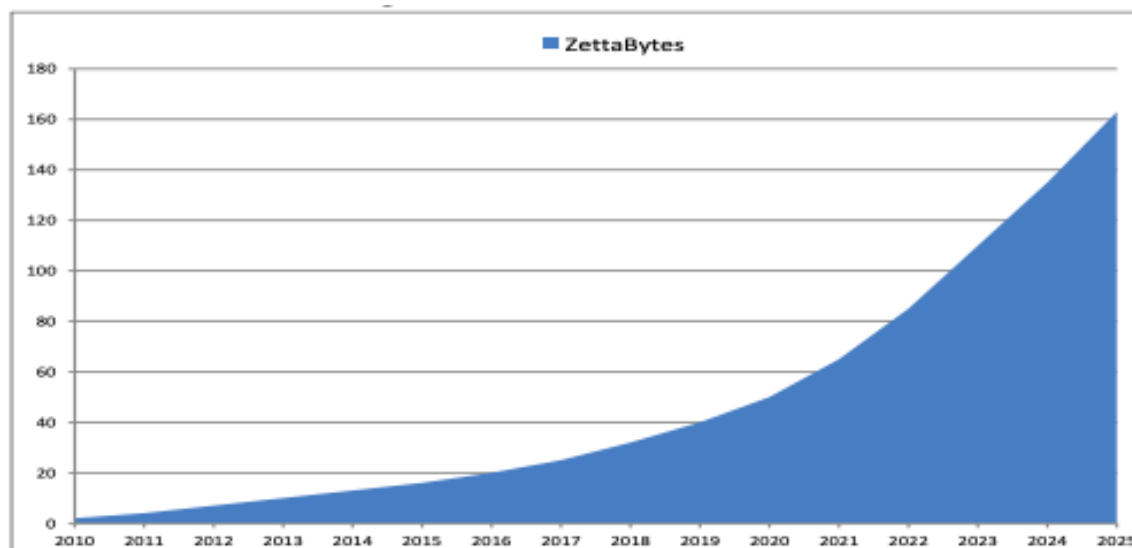
Need suurusjärgud on veelgi üllatavamad, kui arvestada näiteks andmemahutu, mida mõned meie kõige sagedamini kasutatavad digitaalsed tööriistad ühe minuti jooksul toodavad. Sel eesmärgil on kasulik viidata infograafikule (joonis 3):





Joonis 1 - Ühe minutiga genereeritud andmed,
allikas: <https://www.go-globe.com/things-that-happen-every-60-seconds/>

Kuigi need kogused võivad olla juba niigi eriti keerulised mõista ja ette kujutada, tuleks rõhutada, et igal aastal toodetavate ZettaBytes'i andmete hulk kasvab, nagu näitab see AGCOMi koostatud graafik:



Joonis 4 - Hinnanguline andmemahd zettabaitides aastas,
allikas: https://www.agcm.it/dotcmsdoc/allegati-news/IC_Big%20data_imp.pdf





4. Asjade Internet

Asjade internet (IoT) sündis kontseptuaalselt 1990. aastate alguses, kuid esimene seda tehnoloogiat kasutav seade toodeti 1999. aastal Massachusettsi Tehnoloogiainstituudis. Asjade internetti peetakse tolleaegse interneti viimaseks ajastuks, kus teatud olemasolevaid interneti infrastruktuuri omadusi kasutati ära seadmete omavaheliseks ühenduseks (Khanna, Kaur, 2019). Botta jt (2016) sõnul on ja saab üha enam asjade internet suur- ja rikkalike andmete peamiseks allikaks: hinnanguliselt ületas 2011. aastal asjade internetiga ühendatud seadmete arv Maa elanike arvu, samas kui 2020. aastaks eeldati, et aktiivseid seadmeid võib olla üle kahekümne nelja miljardi.

THE FIRST EXAMPLE OF AN IoT DEVICE

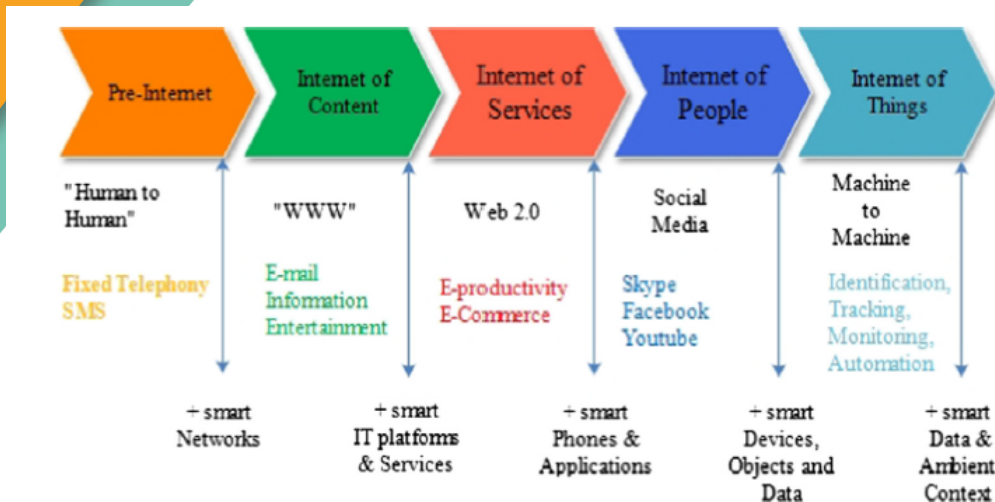
The first device that could be classified as part of the Internet of Things was a webcam, which went down in history as the Trojan Room Coffee Pot.

At the University of Cambridge, England, some of the lecturers used to work in a room called the Trojan Room: there was a coffee machine outside and many colleagues would go there to enjoy a hot cup of coffee. However, often, some of these lecturers would walk inside the faculty to enjoy the coffee but, once they arrived, they would find that the carafe had already been emptied. To compensate for this inconvenience, some of them decided to install a video capture card in front of the coffee machine, created a client and also took care of the server: each colleague was then able to display in a small window a black and white image of the carafe, whose picture was updated three times a minute. In this way it became possible for everyone to know the right moment to walk to the coffee machine.

*Figura SEQ Figura * ARABIC 2 - Quentin Stafford-Fraser - Trojan Room Coffee Pot biography, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1313558>*

The full story is available at: <https://www.cl.cam.ac.uk/coffee/qsf/coffee.html>





Joonis 6 – Üleminek asjade internetile (Khanna, Kaur, 2019, lk 222)

Interneti ajaloo võib kokku võtta nelja põhietappi, millest esimest defineeritakse kui sisu interneti: selles esimeses segmendis toimub kommunikatsioonimaailmas revolutsioon tänu võimalusele, et kasutajad saavad e-posti ja veebilehtede kaudu kasutada infrastruktuuri teabe vahetamiseks. Teine osa üleminekust asjade internetile on teenuste internet, mille algatas e-kaubanduse teke; hiljem, tänu sotsiaalvõrgustike ja muude suhtlust toetavate teenuste, näiteks Skype'i tulekule, räägiti inimeste internetist. Selle protsessi viimast etappi, nagu ka praegust interneti ajastut, võib identifitseerida asjade interneti tulekuna, st võimalusena ühendada mitu seadet interneti kaudu, et jagada teavet ja andmeid erinevate muutujate kohta.

Asjade interneti sektorid on mitmekesised ja hõlmavad nutikaid kodusid ja koduautomaatikat, kantavaid seadmeid (kuuldeaparaadid, nägemisabivahendid jne või näiteks aktiivsusemonitorid), nutivõrke (kodumajapidamiste kommunaalteenuste, näiteks vee-, elektri- ja gaasivarustuse arvestite lugemine, haldamine jne), ühendatud autosid, tööstusinterneti (tööstusseadmete ja -masinate kaugjuhtimine) ja nutikaid linnu. Asjade internet hõlmab objekte, mis on traditsiooniliselt olnud puhtalt analoogsed (nt kellad), kuid mis tänu digitaalsele rakendamisele saavutavad suurema jõudluse ja võime täita lisafunktsioone.



Joonis 3 – Asjade interneti mitmekesisus





5. Kuidas asjade interneti tehnoloogia töötab

Asjade interneti infrastruktuuri olulised omadused on järgmised:

- Asjaolu, et igal objektil on unikaalne identifitseerimiskood;
- Seadmete võime interneti infrastruktuuri kaudu üksteisega ühenduda, et reaajas ajakohaseid andmeid vahetada.

Selleks, et võrgustatud objektid saaksid omavahel suhelda, on vaja, et need sisaldaksid tehnoloogiaid, mis võimaldavad neid teiste seadmetega ära tunda ja nendega ühendada. Mõned selles mõttes toimivad tehnoloogiad on näiteks:

- **RFID (raadiosageduslik identifitseerimine)** See on elektromagnetlainete leviku põhine tehnoloogia, mis võimaldab seadet tuvastada ja lugejale teavet saata.² Ainsad esemed, mis ei saa RFID-märgendit sisaldada, on need, mis on väljastpoolt metallist, sest nn. *Faraday puur*³, ei suudaks nad elektromagnetlaineid tuvastada. Seda tehnoloogiat hinnatakse eriti seetõttu, et see võimaldab toote jälgitavust kogu selle elutsükli vältel: tegelikult ei saa detektor mitte ainult lugeda objektis toodetud ja sisalduvat sisu (ja seega ka andmeid), vaid ka salvestada uusi. See mehhanism võimaldab näiteks varustada toote omamoodirääkiv silfja mis sisaldab kõiki andmeid, mis on kasulikud mitte ainult selle tuvastamiseks, vaid ka kogu selle elutsükli jaoks⁴ RFID-tehnoloogia abil paigaldatavad sildid ei vaja voolu; aga leidub ka patareidega töötavaid silte (Botta jt, 2016). RFID-tehnoloogia näideteks igapäevaelus on vargusvastased sildid, mis kinnitatakse kauplustes rõivaesemetele, või mikrokiibid lemmikloomade registreerimiseks ja tuvastamiseks.

² https://www.rfidglobal.it/tecnologia-rfid/#Concetti_base

³ Tähenduse mõistmiseks *Faraday puur* Palun vaadake Zanichelli toodetud videot, mis on saadaval lingil: https://www.youtube.com/watch?v=ZEMA31_Bs-4

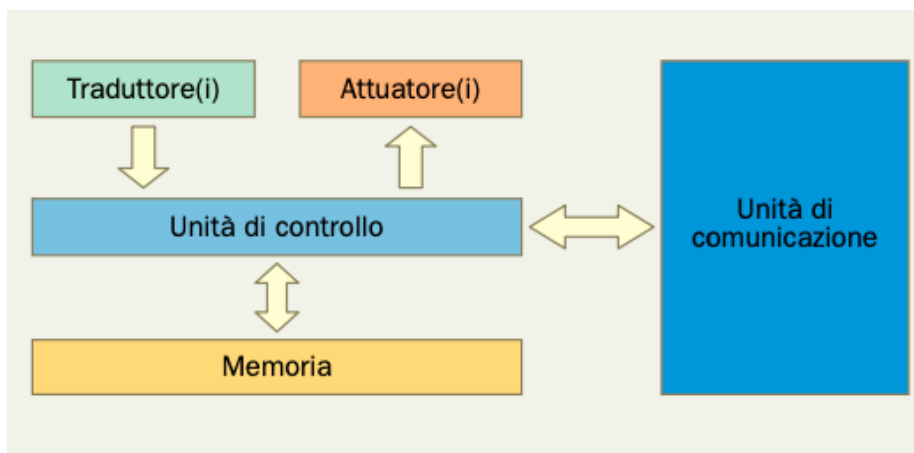
⁴ https://www.rfidglobal.it/tecnologia-rfid/#Punti_forza





Joonis 4 - Näide RFID-st igapäevaelus

- **WSN (traadita andurite võrk)** See on keerukas tehnoloogia, mille mõju igapäevaelule on eriti oluline, eriti keskkonnasäästlikkuse seisukohast.



Joonis 9 – WSN-i operatsioonisüsteem (Zanella, Zorzi, 2006, lk 105)

WSN-süsteem põhineb viie funktsionaalse plokki, nimelt muundurite, ajamite, juhtseadme, mälu ja sideseadme omavahelisel ühendamisel (joonis 7). Muundureid võib võrrelda anduritega, mis on võimelised tuvastama erinevat tüüpi suurusi, näiteks temperatuuri, niiskuse protsenti jne. Nad edastavad kogutud andmed ajamitele. Need edastavad kogutud andmed ajamitele, millel on võime toimida keskkonnale, milles nad asuvad. Sellise teabevahetuse näiteks võib olla suitsuandur (muundur), mis õhus süsinikdioksiidi olemasolu tuvastades teavitab ajamit sellest; ajam võib seejärel anda häire.

Muundurite ja ajamite vahelise sillana toimiv üksus on juhtplokk, millel on võime muuta muunduri elektriline signaal digitaalsignaalsiks, mida ajami tarkvara saab lugeda. Mäluplokkid seevastu mahutavad operatsioonisüsteemi ja rakenduse käivitavat koodi, samuti anduritelt saadud ja rakenduse poolt töödeldud andmeid (Zanella, Zorzi, 2016, lk 106). Lõpuks



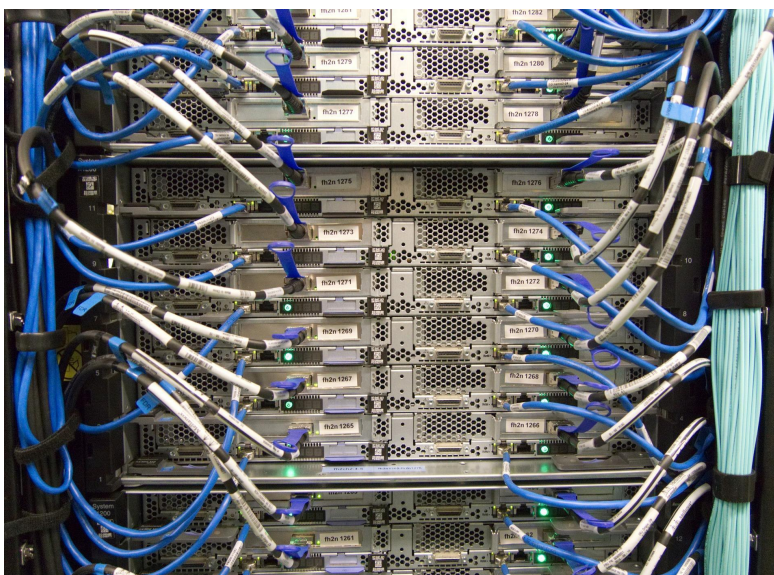


võimaldab sideplokk funktsionaalse plokki kõigil komponentidel luua side, tuvastades eelistatud kanalina raadiolained.

6. Pilv

IBM-i esitatud definitsiooni kohaselt on pilvandmetöötlus teenus, mis võimaldab nõudmisel juurdepääsu rakendustele, serveritele jne interneti infrastruktuuri abil. Need ressursid on salvestatud andmekeskustes, st füüsilistes struktuurides, kus andmeid pilvedes hoitakse; lisaks saab andmekeskuse funktsioone lühidalt kirjeldada järgmiselt:

- **Arvutiteadus**, kuna need toimivad mälu- ja töötlemiskeskustena;
- **Ladustamine**, kuna need sisaldavad seadmeid, mis on võimelised andmeid varundama;
- **Võrgustike loomine**, kuna need majutavad ruutereid, tule müüre jne.



Joonis 10 – Andmekeskuse pilt

Pilveteenuste ja andmekeskuste edu põhjuseks võib pidada asjaolu, et need võimaldavad kulutõhusalt pakkuda teenuseid interneti kaudu. Keskkonna seisukohast on aga vaja arvestada asjaoluga, et seda tüüpi infrastruktuurid vajavad palju elektrit nii toite- ja tööfunktsioonide kui ka keskkonna jahutamise jaoks.

Asjade interneti ja pilvetehnoloogia vastastikmõju osas on mõlemal omadused, mis täiendavad teineteist ja millel on seega potentsiaal veelgi parandada innovatsiooni ja teenuste kvaliteeti:

5	Asjade internet	Pilv
Nihe	Läbiv	Tsentraliseeritud
Ligipääsetavus	Piiratud	Kõikjal levinud

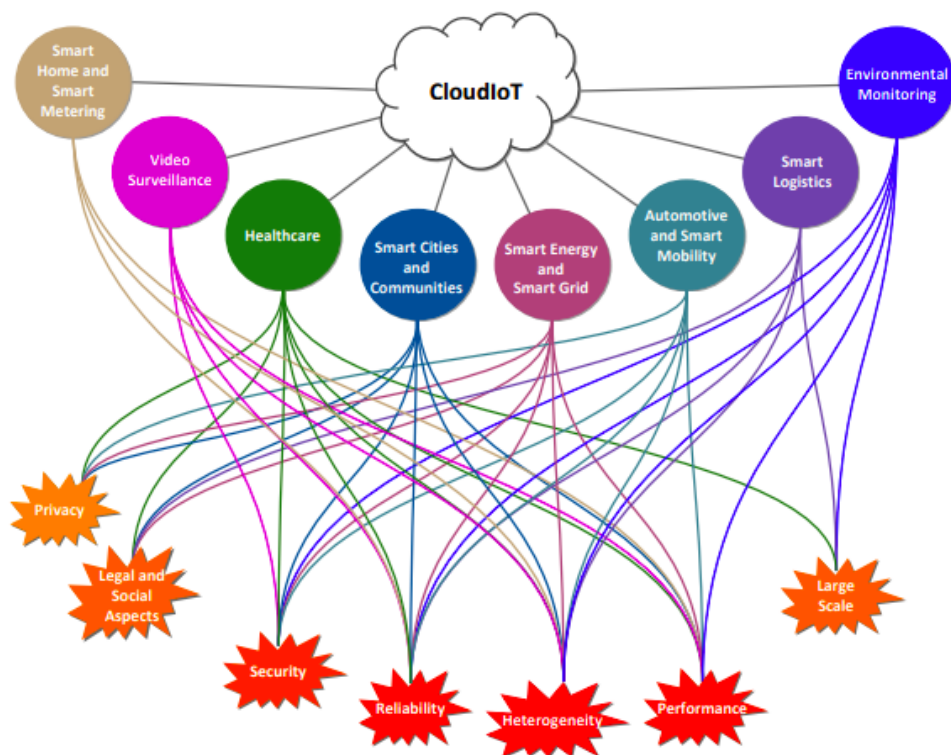
⁵Tabeli 1 tõlge Botta jt. töös, 2016, lk 10.



<i>Komponendid</i>	Pärismaailma asjad	Virtuaalsed ressursid
<i>Arvutusoskused</i>	Piiratud	Praktiliselt piiramatu
<i>Ladustamine</i>	Piiratud või puudub	Praktiliselt piiramatu
<i>Interneti roll</i>	Lähenemispunkt	Teenuse kättesaamise viisid
<i>Suurandmed</i>	Allikas	Juhtimisvahendid

Pilve- ja IoT-tehnoloogiate integreerimist nimetatakse CloudIoT-ks ning see juhatab sisse uue tehnoloogiliste uuenduste hooaja, mis suudab parandada erinevate agentide ja seadmete jõudlust ning muuta isegi traditsioonilisemat lähenemisviisi järgivad sektorid tõhusamaks. Erinevate sektorite hulgas, mille jaoks CloudIoT-süsteem on kohandatav, väärib mainimist:

- Ravim;
- Keskkonnaseire;
- Nutikad linnad;
- Nutikas kodu;
- Jne.



Joonis 11 – CloudIoT rakendusvaldkonnad, allikas: Botta jt, 2016, lk 23

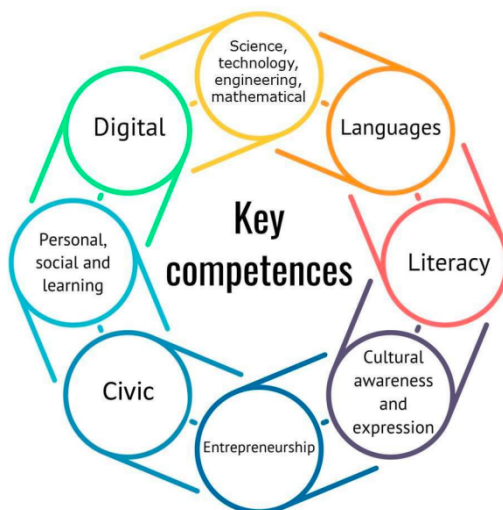


6. Digitaalsed oskused

2006. aastal avaldasid nõukogu ja Euroopa Parlament soovitusel elukestva õppe võtmepädevuste kohta. Nende pädevuste omandamine – paljude muude eesmärkide hulgas – on mõeldud tagama, et Euroopa kodanikud parandaksid oma võimet isiklikult areneda, leida oma koht tööturul ning ergutada sotsiaalset kaasatust ja aktiivset kodakondsust. Eriti globaliseerunud maailmas osutub juurdepääs kvaliteetsele haridusele eriti tõhusaks ja ihaldusväärseks vahendiks rikkuse ümberjaotamiseks; lisaks muutub ühiskond ja koos sellega peaksid kodanike oskused kohanema, et nad saaksid alati kiiresti reageerida kliimamuutuste ja innovatsioonivajaduse põhjustatud muutustele. Selles kontekstis on digioskustel suurem tähtsus, esiteks seetõttu, et hinnanguliselt nõuab umbes 90 protsenti töökohtadest mingil määral tehnoloogia ja digimaailma tundmist⁶.

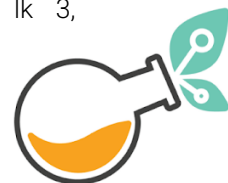
Euroopa elukestva õppe võtmepädevuste raamistik määratleb kaheksa peamist ja soovitatavat oskust:

- Emakeeles suhtlemine;
- Suhtlemine võõrkeeles;
- Matemaatilised pädevused ja baaspädevused loodusteaduste ja tehnoloogia valdkonnas;
- Digitaalsed pädevused;
- Oskuste õppimine;
- Sotsiaalsed ja kodanikupädevused;
- Algatusvõime ja ettevõtlikkus;
- Kultuuriteadlikkus ja -väljendus.



Joonis 5 - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018SC0014&from=EN>

⁶Ettepanek nõukogu soovitusel kohta elukestva õppe võtmepädevuste kohta, 17.01.2018, lk 3, link: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018SC0014&from=EN>





Digitaalse pädevuse raamistik 2.0 määratleb peamised digitaalse pädevuse oskused ja liigitab need viie makrokategooria järgi: info- ja andmepädevus ehk oskus navigeerida meile kättesaadavas infomassis, filtreerida ja õigesti tõlgendada meile esitatud teavet ja andmeid; suhtlemine ja koostöö ehk oskus suhelda teiste ühiskonnaliikmetega digitaalsete vahendite abil ning hallata oma digitaalset identiteeti ja mainet; digitaalse sisu loomine ehk oskus luua ja redigeerida sisu, mida saab autoriõiguse seadusi järgides kasutada; turvalisus ehk oskus kaitsta oma digitaalset keskkonda ja psühhofüüsilist tervist ning oskus mõista digitehnoloogiate tekitatud keskkonnamõju; probleemide lahendamine ehk oskus lahendada seadmete kasutamisest tulenevaid probleeme ja oskus uuendusi teha.

Iga makrokategooria sisaldab asjakohase telje kohaselt täiendavaid spetsiifilisi pädevusi; seega on kokku tuvastatud kakskümmend üks digipädevust, mis on kasulikud elukestva õppe ja Euroopa arengu jätkusuutlikkuse kontekstis.

1. Info- ja andmepädevus	1.1. 1.1. <i>Andmete, teabe ja digitaalse sisu sirvimine, otsimine ja filtreerimine</i> Lõppeesmärk on suuta oma otsingustrateegiat rakendada.
	1.2. 1.2. <i>Andmete, teabe ja digitaalse sisu hindamine</i> Lõppeesmärk on osata olemasolevaid ressursse kriitiliselt analüüsida ja hinnata.
	1.3. <i>Andmete, teabe ja digitaalse sisu haldamine</i> See pädevus eeldab oskust korraldada ja töödelda teavet struktureeritud keskkonnas.
2. Suhtlemine ja koostöö	2.1 <i>Digitaalsete tehnoloogiate kaudu suhtlemine</i> Suhtlemine digitehnoloogiate kaudu.
	2.2. <i>Jagamine digitehnoloogiate kaudu</i> Oskus jagada andmeid, teavet ja digitaalset sisu olemasolevate meediakanalite kaudu, oskus kasutada viitamise ja omistamise reegleid.





	<i>2.3. Aktiivseks kodanikuks olemine digitehnoloogiate abil</i> Aktiivse kodanikuna olemine hõlmab võimet osaleda avalike ja privaatsete digitaalsete tööriistade kaudu ning otsida eneseteostuse võimalusi tehnoloogiliste seadmete abil.
	<i>2.4. Koostöö digitehnoloogiate abil</i> See on võime kasutada digitaalseid tööriistu ja tehnoloogiaid koostööprotsesside jaoks.
	<i>2.5. Netikett</i> Digitaalses keskkonnas omaksvõetavate käitumisharjumuste tundmine.
	<i>2.6. Digitaalse identiteedi haldamine</i> Suutlikkus säilitada kõrgetasemelist digitaalset identiteeti ja hallata digitaalsete seadmete abil genereeritud andmevoogu.
3. Digitaalse sisu loomine	<i>3.1. Digitaalse sisu arendamine</i> Võimalus ennast digitaalse sisu loomise kaudu väljendada.
	<i>3.2. Digitaalse sisu integreerimine ja ümbertöötlemine</i>
	<i>3.3. Autoriõigus e-litsents</i> Võime mõista, kuidas autoriõigus ja litsentsimine kehtivad andmetele, teabele ja digitaalsele sisule.
	<i>3.4. Programmeerimine</i> Olla võimeline määratlema toiminguid, mida peab seadepõhise probleemi lahendamiseks või konkreetse ülesande täitmiseks.
4. Ohutus	<i>4.1. Kaitske oma seadmeid</i> Võime mitte ainult ära tunda digimaailma riske ja ohte, vaid ka tuvastada parimad turvameetmed oma privaatsuse kaitsmiseks.
	<i>4.2. Kaitske isikuandmeid ja privaatsust</i> Näiteks võime mõista privaatsuspoliitikaid, mida digitaalsed teenused meie andmete haldamiseks rakendavad.
	<i>4.3. Tervise ja heaolu kaitsmine</i>





	Võime vältida digitaalse sisu kasutamisest ja kuritarvitamisest ning internetivihkamisest tulenevaid võimalikke psühholoogilisi ja füüsilisi probleeme.
	<i>4.4. Keskkonnakaitse</i> Teadlikkus digitehnoloogiate ja nende kasutamise keskkonnamõjust.
5. Probleemide lahendamine	<i>5.1. Tehniliste probleemide tõrkeotsing</i>
	<i>5.2. Tehnoloogiliste vajaduste ja lahenduste väljaselgitamine</i> Hinnake vajadusi ja tuvastage võimalikud tehnoloogilised lahendused nende täitmiseks ning kohandage oma seadmeid vastavalt oma vajadustele.
	<i>5.3. Digitaalsete seadmete loominguks kasutamine</i> Oskus kasutada digitaalseid tööriistu teadmiste loomiseks ning protsesside ja toodete uuendamiseks.
	<i>5.4. Digitaalsete oskuste lünkade tuvastamine</i> Otsi võimalusi isiklikuks arenguks ja ole kursis digimaailma arenguga.

7. Suurandmed ja säästva arengu eesmärgid

Kõigi ÜRO liikmesriikide poolt vastu võetud tegevuskavas 2030 määratletakse seitseteist eesmärki, mida nimetatakse *Kestliku arengu eesmärgid*, *Säästva arengu eesmärgid*. See käivitati 2015. aastal ja kohustab allakirjutanud riike saavutama teatud eesmärgid. Allpool on loetletud seitseteist eesmärki, pidades meeles, et need hõlmavad kokku 169 alaeesmärki:

- **Null vaesust**, eesmärgiga kaotada kõik vaesuse vormid maailmas;
- **Null nälga**, nälja kaotamine ja toiduga kindlustatuse saavutamine, toitumise parandamine ja säästva põllumajanduse edendamine;
- **Hea tervis ja heaolu**, tagades tervise ja heaolu kõigile, olenemata vanusest;
- **Kvaliteetne haridus**, tagades võrdse ja kaasava juurdepääsu haridusele ning edendades õppimist kõigile;
- **Sooline võrdõiguslikkus**, soolise ebavõrdsuse kaotamine ja naiste mõjuvõimu suurendamine;
- **Puhas vesi ja kanalisatsioon**, tagades kõigile juurdepääsu sellele väärtuslikule ja olulisele ressursile, võttes samal ajal kasutusele säästva lähenemisviisi selle ja sanitaarrajatiste haldamisele;
- **Taskukohane ja puhas energia**, tagades, et kõigil on juurdepääs säästvalt toodetud elektrile, jätmata tähelepanuta majanduslikku aspekti;
- **Inimväärne töö ja majanduskasvedendades jätkusuutlikku**, kaasavat ja jätkusuutlikku majanduskasvu, tagades kõigile inimväärse tööhõive;
- **Tööstus, innovatsioon ja infrastruktuur**, edendades innovatsiooni kaudu õiglast, vastutustundlikku ja jätkusuutlikku industrialiseerimist;
- **Ebavõrdsuse vähendamine** nii riikide sees kui ka riikide vahel;





- **Jätkusuutlikud linnad ja kogukonnad**, muutes territooriumid igal tasandil kaasavaks, turvaliseks, vastupidavaks ja jätkusuutlikuks;
- **Vastutustundlik tarbimine ja tootmine**;
- **Kliimameetmed** edendades kliimamuutuste vastaseid meetmeid, kaasates kõiki valitsemistasandeid;
- **Elu vee all**, ookeanide, mere ja mereressursside kaitsmine, et tagada jätkusuutlik tee arengule;
- **Elu maailma** maaökosüsteemide kaitsmise, taastamise ja säästva kasutamise edendamise kaudu;
- **Rahu, õiglus ja tugevad institutsioonid**;
- **Partnerlussuhted eesmärkide saavutamiseks**, tugevdades säästva arengu ülemaailmset partnerlust.
- Nagu näha, on kõik need eesmärgid koostatud integreeritud lähenemisviisi abil, mille keskmes on nn „Viis P-d“ ehk inimesed, heaolu, rahu, partnerlus ja planeet.



Joonis 6 – Viis P-d, allikas: ONU

8. Nutikad linnad

Viimastel aastatel on nutika linna kontseptsioon laialdaselt populaarsust kogunud, viidates linnainnovatsiooni mudelile, mis on võimeline ära kasutama digimaailma funktsioone ja asjade interneti tehnoloogiate kaudu saadud andmeid avalike teenuste, näiteks tervishoiu, liikuvuse,





veevarustuse kvaliteedi jms parandamiseks, tõstes samal ajal kodanike ja linnakasutajate elukvaliteeti. Üldiselt on nutika linna mudel seotud vastupidavuse, jätkusuutlikkuse, juhtimise, teenuste ja ressursside haldamise omadustega, samuti elustiili ja elu enda kvaliteedi parandamisega (AI Nuaimi jt, 2015).

Sellest vaatenurgast – ja nende eesmärkide saavutamiseks – on suurandmete, asjade interneti tehnoloogiate ja nende kahe integratsiooni olulisus selge: tegelikult saab nutikate linnade põhiteemasid rakendada andmete hankimise, salvestamise ja lõpuks otsuste tegemiseks töötlemise kaudu, st otsuste tegemise protsessi kaudu (nt linnalise liikumiskeskonna taristu parandamine jne). Üks selgemaid definitsioone nutikate linnade all on: „Füüsilise, IT-, sotsiaalse ja majandusliku taristu seos linna kollektiivse intelligentsuse rakendamiseks“ (Chourabi jt, 2012). Sellest lähtuvalt on seega võimalik jõuda kontseptsiooni enda aluseks oleva loogilise raamistikuni ja määratlada selle toimimiskriteeriumid:

- Nagu juba arutletud, saab andmevooge toota väga paljudest erinevatest allikatest, näiteks sotsiaalvõrgustikest, ostutehingute andmetest jne. Neid suurandmeid saab hankida ka asjade interneti tehnoloogiate kaudu;
- Asjade interneti seadmetesse sisseehitatud andurid genereerivad täiendavaid andmevooge, mis pärast töötlemist saavad anda teavet keskkonna ja inimeste kohta: näiteks linnapiirkondades aktiivsed kaamerad, liikluse tuvastamise andurid, õhukvaliteedi andurid jne;
- Selleks, et kõiki neid vooge saaks salvestada ja töötlemiseks kättesaadavaks teha – mille kaudu saab seejärel jõuda otsustusfaasi –, on pilv valitud tööriist, sest nagu juba mainitud, on see majanduslikult jätkusuutlik ja usaldusväärne süsteem;
- Andmetöötlemine – või andmeanalüüs – abil on võimalik mõista, milliseid otsuseid linnapiirkondades langetada, et sujuvamaks muuta valitsuse ja maakorralduse tegevust ning samal ajal parandada kõigi elukvaliteeti.

Praktiline näide sellest, kuidas need tehnoloogiad saavad linna nutikamaks ja funktsionaalsemaks muuta, on liikluskorraldus: arvestades linnapiirkondadesse suunduvate inimeste suurt hulka, saab suurandmete, asjade interneti ja pilve integreerimine toetada strateegiate määratlemist, mida saab reaajas kohandada, et leevendada ummikute ja sellest tuleneva reostuse negatiivseid mõjusid. Sellisel juhul saavad andurid koguda liiklusandmeid, mis pärast töötlemist saavad anda juhiseid valgusfooride ja muude objektide ajamitele, et nad saaksid tegevusi sujuvamaks muuta ja sekkuda ummikute ja muude negatiivsete välismõjude ennetamiseks.

9. Liitreaalsuse (AR) integratsioon

Õpilased kasutavad liitreaalsuse seadmeid virtuaalse linnakeskkonna uurimiseks, kus tuhanded andurid koguvad andmeid: õhukvaliteet, müratase, energiatarbimine, temperatuur, liiklus. Lihtsa žesti või häälkäsklusega kantakse need väärtused kooli või linna reaalsele keskkonnale, muutes tehnoloogiat ja jätkusuutlikkust ühendava dünaamika käegakatsutavaks. Andmed võivad olla





ajaloolised või reaalajas, simuleerides nutika linna funktsioone ja näidates näiteks, kuidas nutikas niisutussüsteem vähendab veetarbimist võrreldes traditsioonilise süsteemiga. Meeskondadesse jagatuna kujundavad **näidatavate IoT-süsteemide prototüübid** (näiteks niiskussensoritega kasvuhooned, nutika kodu energiasäästusüsteemid või koolide keskkonnaseireseadmed), mida saab AR-is vaadata ja testida. Näiteks saavad õpilased muuta CO₂-anduri parameetreid ja jälgida reaalajas, kuidas nutikas kodus keskkonnatase või energiatarbimine muutub.

Elamust rikastavad täiustatud funktsioonid **laiendatud simulatsioonid** ja **mängustatud väljakutsed**. Interaktiivses nutikas linnas peavad õpilased tegema koostööd, et vähendada naabruskonna keskkonnamõju, valides andurite paigutuse, optimeerides energia- ja andmevooge pilves ning jälgides keskkonnatingimuste arengut.

10. Kokkuvõte: liitreaalsuse tulevik nägemisteaduses

Liitreaalsuse (AR) integreerimine bioinspireeritud nägemisuuringutesse muudab seda, kuidas õpilased õpivad, katsetavad ja uuendavad. Kaasahaaravate 3D-simulatsioonide, interaktiivse visuaalse kaardistamise ja tehisintellektil põhineva analüütika abil ületab AR lõhe bioloogilise nägemisteaduse ja konstrueeritud optiliste süsteemide vahel.

Praktilise AR-võimendusega õppe kaudu on järgmine teadlaste ja inseneride põlvkond paremini varustatud täiustatud bioinspireeritud nägemise tehnoloogiate, tehisintellektil põhinevate robotsensorite ja täiustatud optiliste liideste arendamiseks, kujundades bioinspireeritud innovatsiooni tulevikku.

Faas	Kirjeldus
Ava sta	Sissejuhatus suurandmete kontseptsiooni: maht, mitmekesisus, kiirus. Liitreaalsuse (AR) abil visualiseerivad õpilased, kuidas suuri andmevooge realses maailmas kogutakse, analüüsitakse ja kasutatakse. Kaasahaaravate näidete abil uurivad nad struktureeritud, poolstruktureeritud ja struktureerimata andmete erinevust liitreaalsuses, simuleerides toorandmete teisendamist kasulikuks teabeks. Nad kasutavad peamiste andmeallikate (digitaalsete seadmed, sotsiaalmeedia, andurid, veebitehingud) jälgimiseks 3D-mudeleid ja laiendatud kontseptsioonikaarte. Esialgsete digioskuste hindamine liitreaalsuse viktoriinide ja interaktiivsete töötubade kaudu, et kohendada õpetamismeetodit õpilaste eelnevate teadmistega.
Käi vita	Kujundage liitreaalsuses nutikaid keskkondi (nt ühendatud kodu, digitaalne kool), simuleerides anduritelt, ajamitelt ja mobiilseadmetelt tulevaid andmevooge. Iga rühm saab parameetreid muuta ja reaalajas mõõta. Simuleerige liitreaalsuses, kuidas andmeid pilves edastatakse, salvestatakse ja töödeldakse. Need kujutavad lihtsustatud pilveharhitektuure 3D-s, et mõista SaaS-i, PaaS-i ja IaaS-i kontseptsioone. Analüüsige säästva arengu eesmärkidega (nt säästva arengu eesmärk 3 – tervis, säästva arengu eesmärk 11 – jätkusuutlikud linnad) seotud reaalseid või simuleeritud andmekogumeid ja visualiseerige neid liitreaalsuse graafikute ja juhtpaneelide abil. Iga meeskond pakub andmeanalüüsi põhjal välja säästva tegevuse.





Täiustama	Interaktiivsed virtuaalsed keskkonnad (nt metsad, rannikulinnad, elektrijaamad) keerukate kliima- ja energiasüsteemide mõistmiseks. Muuta oma AR-mudelites energiaparameetreid (nt muuta energiaallikaid või ehitusmaterjale) ja visualiseerida reaalajas mõju heitkogustele või soojusmugavusele. Nad koguvad punkte, lahendades interaktiivseid viktoriine kliimamuutuste põhjuste, tagajärgede ja lahenduste kohta ning täites grupitöö disainiülesandeid, liikudes nii edasi säästvate energiasüsteemide disainimises kõrgematele tasemetele. Täiustatud liitreaalsusega 3D-mudelid, dünaamiliste viktoriinide vastused ja liitreaalsuse tulevase rolli üle teaduse, keskkonna ja inseneriteaduse mõistmisel.
------------------	---

Viited

Davis L. (2016). *The global impact of air conditioning: big and getting bigger*, University of California

EUROSTAT (2020), *Energy consumption in 2018. Primary and final energy consumption still 5% and 3% away from 2020 targets*

IEA (2021), *Global Energy Review 2021*, IEA, Paris

ISPRA (2019), *Indicatori di efficienza e decarbonizzazione del sistema energetico nazionale e del settore elettrico*

Mukendi H.K., Adonis M. (2018). *Smart homes and sustainable cities: the design of a low-cost solution for comprehensive home automation*

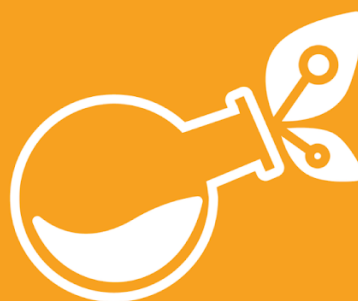
United Nations (2016), *UN-Habitat & New Urban Agenda*

United Nations (2018), *World's Cities in 2018*





Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.