

\ MIDA ERINEVAD ROHETEHNOLOOGILISED ARENGUD EESTILE TÄHENDAKSID?

Kaupo Koppel
Civitta Eesti AS ekspert

14. juuni 2023

\ LÄHTEKOHAD

SÜVATEHNOLOOGIAD

- Tehnoloogiaid, mille arendamine tänaseid võimalusi kasutades on vaevu teostatav ning nõuab märkimisväärset intellektuaalset ja majanduslikku kapitali, kuid millel on potentsiaal tulevikus muutuda üldkasutatavateks.
- Süvatehnoloogia ≠ rohetehnoloogia, aga on selge mõjuga keskkonnale. **Tehnoloogia on roheline ainult siis, kui teda sellisel eesmärgil kasutada!**
- Liha alternatiivne tootmine, tehisintellekt ja masinõpe, sardsüsteemid ja kiibitehnoloogiad, vesinikitehnoloogia, raketüvede digitaliseeritud arendamine, puidu biorafineerimine.

PEAMISED MÕJU VALDKONNAD

- Keskkond, majandus, tervis, julgeolek

OTSUSTUSKOHAD

- Kõige tähtsamad küsimused ja valikud, mis tuleb Eestil iga tehnoloogia puhul püstitada või lahendada. Otsustuskohad on Eesti avaliku sektori mõjutada ning nendest sõltub enim tehnoloogia kohalik läbilöögivõime, majanduslik potentsiaal ja valdkondlik mõju Eestile.

LIHA ALTERNATIIVNE
TOOTMINE

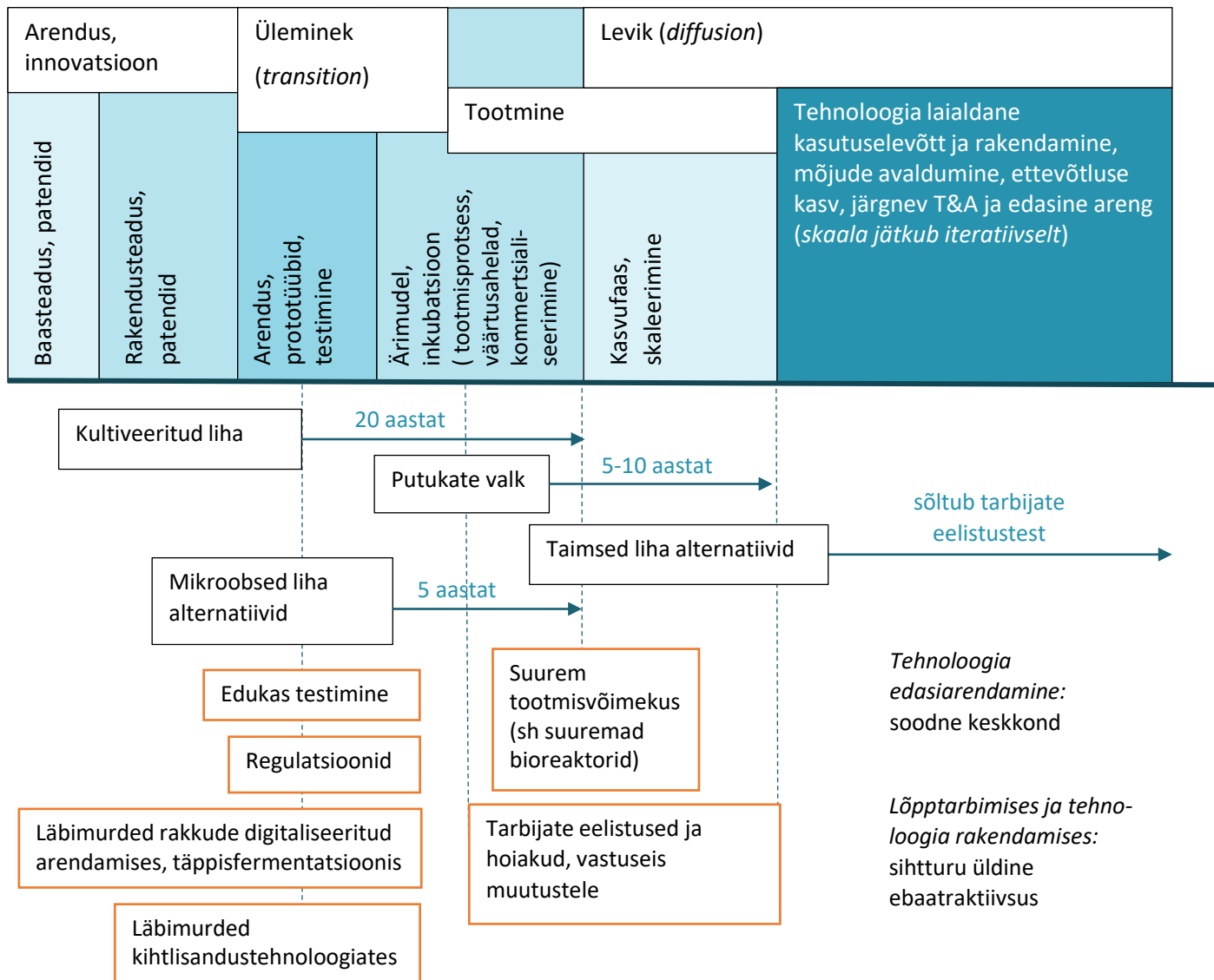


20 korda vähem...

kasvuhoonegaase tekitab ühe kilo putukapõhise liha tootmine vs. veiseliha.

- Üleminek taimepõhisele toidule võib vähendada ülemaailmset põllumajanduslikku maakasutust kuni 50% ning kultiveeritud liha ja putukvalgu puhul veelgi enam.
 - Hernestest valgu tootmine vajaks 1–2% sellest põllumaast, mis on tarvilik veiseliha tootmiseks.
 - Kultiveeritud liha tootmisel sõltub mõju tootmisel kasutatavatest energiaallikatest.
 - **20% surmadest Eestis on seotud ebatervisliku toitumisega, suurimaks mureks on ülekaal.**

ALTERNATIIVNE LIHA TOOTMINE TEHNOLOOGIAINNOVATSIOONI JA -LEVIKU PROTSESSIS



Tehnoloogiainnovatsiooni ja -leviku protsessi kirjeldus		Eesti potentsiaal kultiveeritud liha kui süvatehnoloogia arendamisel	
Teadus ja arendus	Baasteadus, patendid	teadustöö, patendid	
	Rakendusteadus, patendid	- seadmed (modulaarreaktorid), seadmekomponendid ja litsentsid - rakusöötmed (retseptid), rakukasvusubstraadid - uuringud ja T&A ettevõtetele	
Üleminek	Arendus, prototüübid, testimine	reguleerida testimine -> testlabor, muuhulgas tuginemine terviseandmetele ja tervisetehnoloogiatele	
	Ärimudel, inkubatsioon	degusteerimine, messid	
Levik	Tootmine	Kasvufaas, skaleerimine	- seadmekomponendid, disain - rakusöötmed (retseptid) ja rakukasvusubstraadid - sadamate kasutamine ekspordiks
		Laialdane kasutuselevõtt ja edasine areng	tehnoloogia arenduse ja tootmise levik ning klasterdumine



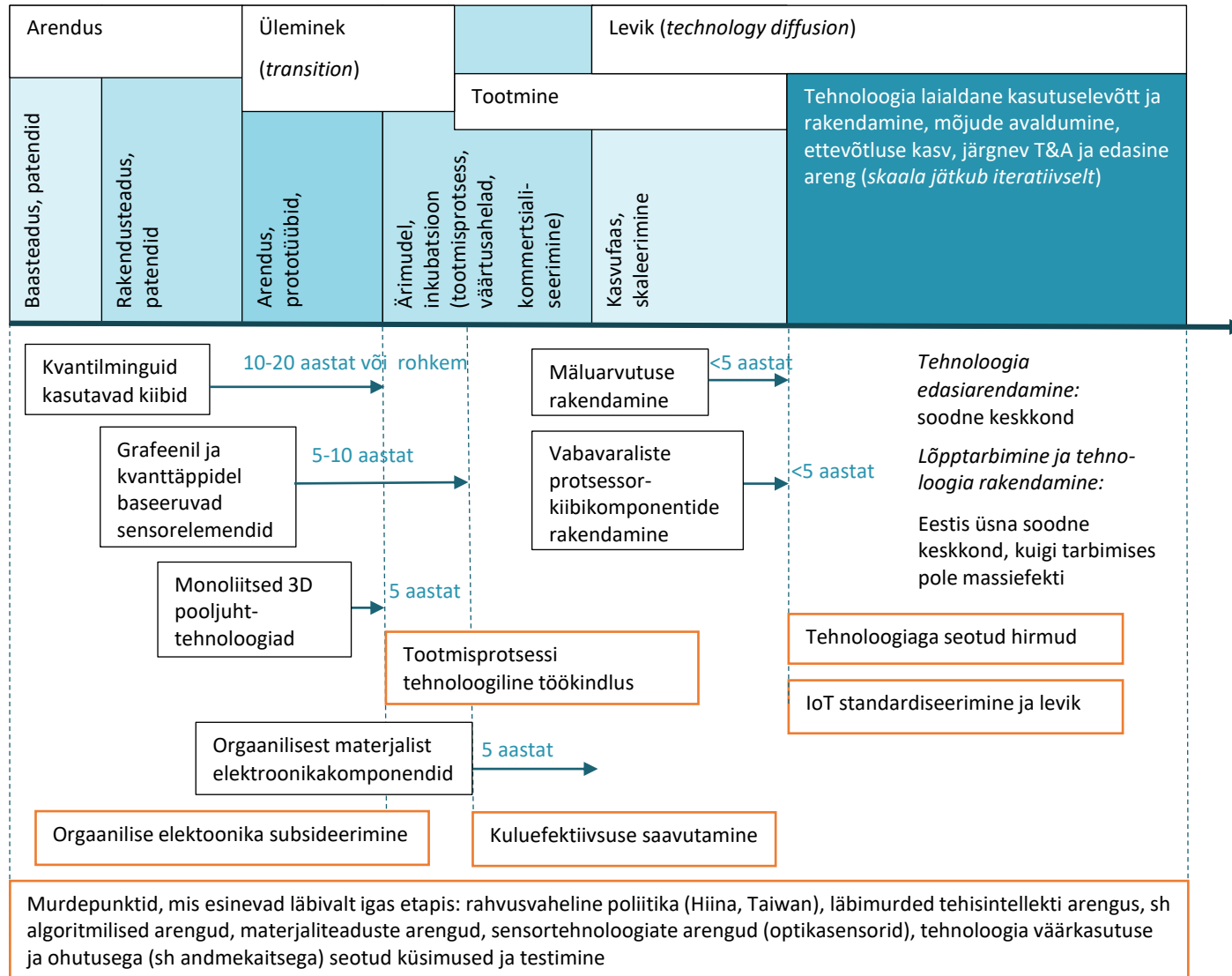
SARDSÜSTEEMID JA KIIBITEHNOLOGIAD

10 000 tonni ohtlike jäätmeid

... toodab üks Inteli tehas kolme kuuga, tarbides 927 mln gallonit magevett.

- *“Tõenäoliselt kõige olulisim ettevõtte planeedi!”* – USA eksperdid Taiwani kiibitootjast TSMC.
- Kaasaegne kiibiarendus on hetkel üks suurima töötaja lisandväärtusega IKT valdkondi maailmas.
 - 43 mld € - Euroopa kiibialgatustele planeeritud summa.

KIIBID JA SARDSÜSTEEMID TEHNOLOOGIAINNOVATSIOONI JA -LEVIKU PROTSESSIS



EESTI VÕIMALUSED

Tehnoloogiainnovatsiooni ja -leviku protsessi kirjeldus		Eesti potentsiaal sardsüsteemide ja kiibitehnoloogiate arendamisel	
Teadus ja arendus	Baasteadus, patendid	- orgaaniliste pooljuhtide uuringud	
	Rakendusteadus, patendid	- rahvusvahelise (EL) tippasemel uurimiskeskuse filiaali avamine Eestis, nt pehmete nanokiipide suunal - interdistsiplinaaruse soodustamine (sardsüsteemid) - <i>in-house</i> kiipide väiketootmine ja erilahendused, mis tuginevad arendusvõimekusele - kiibidisain, kiipide verifitseerimine ja turvalisus	
Üleminek	Arendus, prototüübid, testimine	- katse või pilootkeskused rakendustele ja uutele mudelitele - kiibidisain, kiipide verifitseerimine ja turvalisus	
	Ärimudel, inkubatsioon	- olemasoleva IT-võimekuse suunamine ja rakendamine kiibitehnoloogiates ja sardsüsteemides	
	Tootmine	- interdistsiplinaaruse soodustamine (sardsüsteemid)	
Levik		Kasvufaas, skaleerimine	- <i>in-house</i> väiketootmine ja erilahendused, mis tuginevad arendusvõimekusele
		Laialdane kasutuselevõtt ja edasine areng	- <i>Smart City</i> taristu laiendamine



\\ VESINIKTEHNOLOGIA

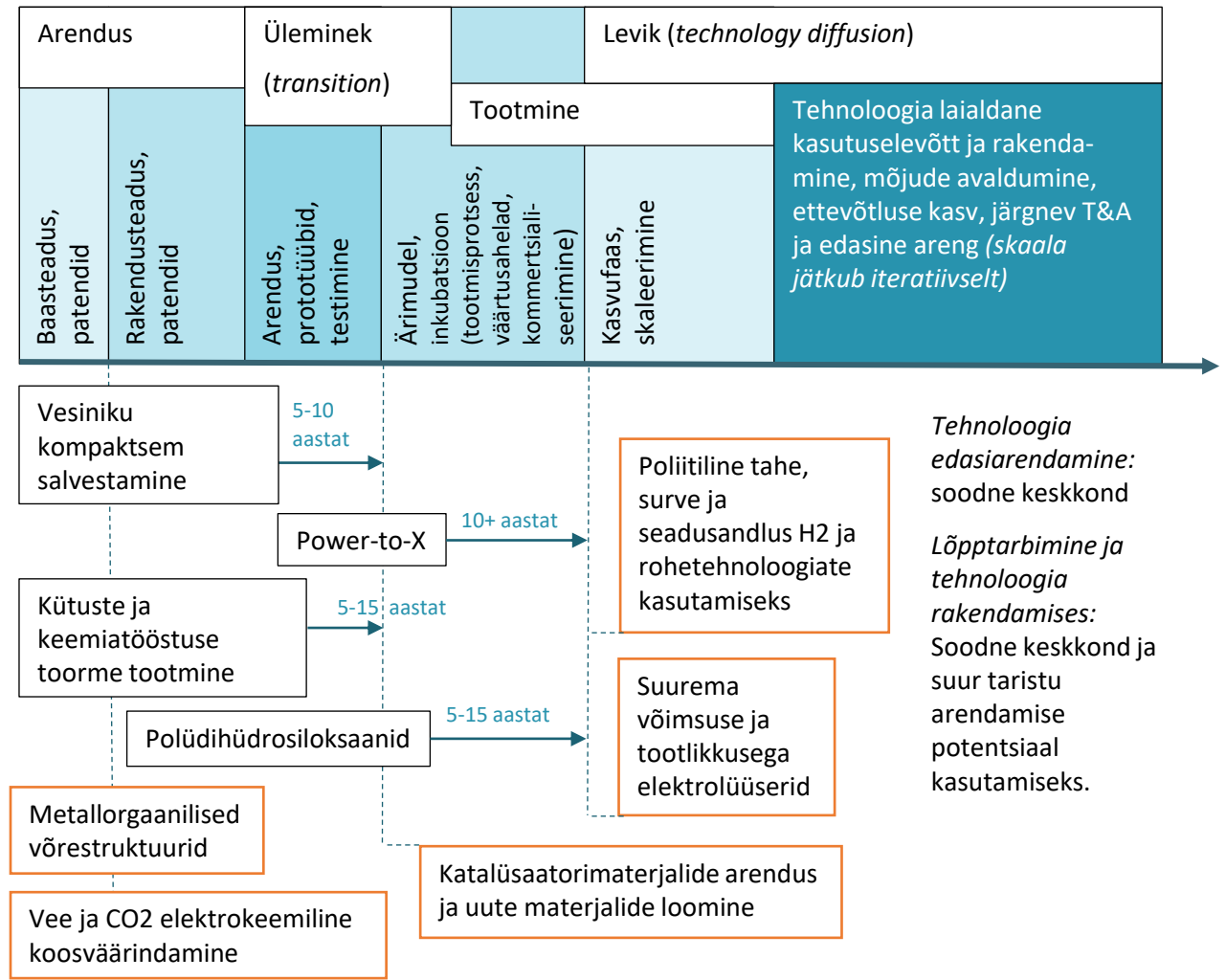
140 000 sõiduauto kadumine

... on ekvivalentne kogus,

kui 5% Eesti 2019. aasta maagaasi kasutusest asendada roheline vesinikuga

- 98%+ vesinikust toodetakse endiselt fossiilkütuseid kasutades
- 65 TWh H2 on Nordic Hydrogen Route'i planeeritav aastane kogutarve

\\ KIIBID JA SARDSÜSTEEMID TEHNOLOOGIAINNOVATSIOONI JA -LEVIKU PROTSESSIS



\ EESTI VÕIMALUSED

Tehnoloogiainnovatsiooni ja -leviku protsessi kirjeldus		Eesti potentsiaal vesiniktehnoloogia kui süvatehnoloogia arendamisel	
Teadus ja arendus	Baasteadus, patendid	- Eksperimentaalteadus, patendid, taastuvenergeetika spetsialistide ettevalmistamine	
	Rakendusteadus, patendid	- EL tasandil koostöö – COST-ACTION, DE, FR, UK, JP jt. - Power-to-X tehnoloogiad	
Üleminek	Arendus, prototüübid, testimine	- Energiasüsteemide integratsioon ja nn „targa asumi“ arendamine	
	Ärimudel, inkubatsioon	- Puhta raua põhine (süsinikuvaba) tööstus - Projekteerida ja arendada tuule- ja päikseelektri (PV) tootmise väljad, luua ühendused alalisvoolu elektrivõrguga ja vesinikutrassidega - Vesiniku salvestamise võimalus meretuuleparkide elektrist - Elektrolüüserite, kütuseelementide ja vesiniku salvestamise tootmise tehased	
Levik	Tootmine	Kasvufaas, skaleerimine	- Taristu arendamine: - Süvasadamate muutmine vesinikku transportivateks - Nordic Hydrogen Route'iga liitumine
		Laialdane kasutuselevõtt ja edasine areng	- Tsentraalküttemajanduse lahendused ehk vesiniku kasutamine elamufondi kütusena - Vesinikupõhine (ühis)transport



PUIDU BIORAFINEERMINE

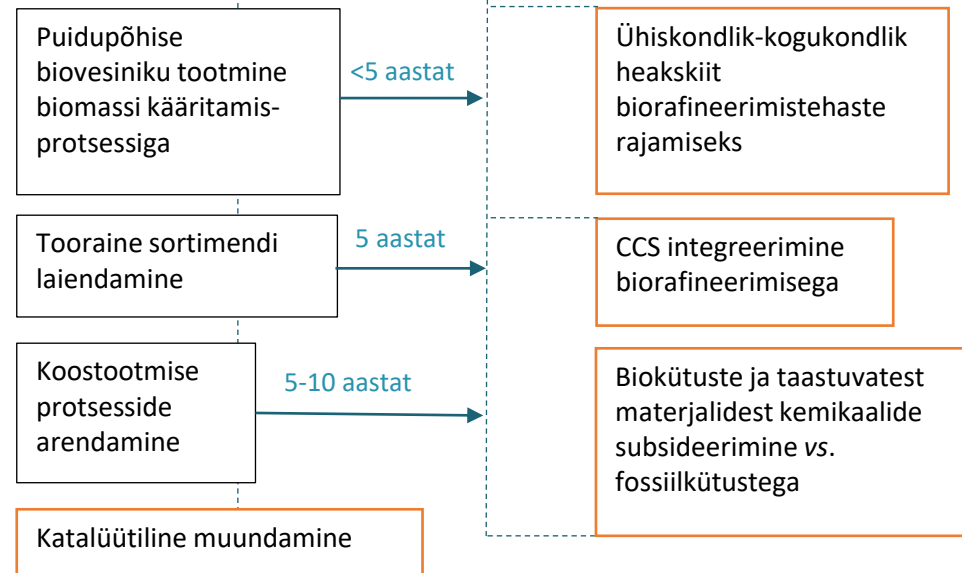
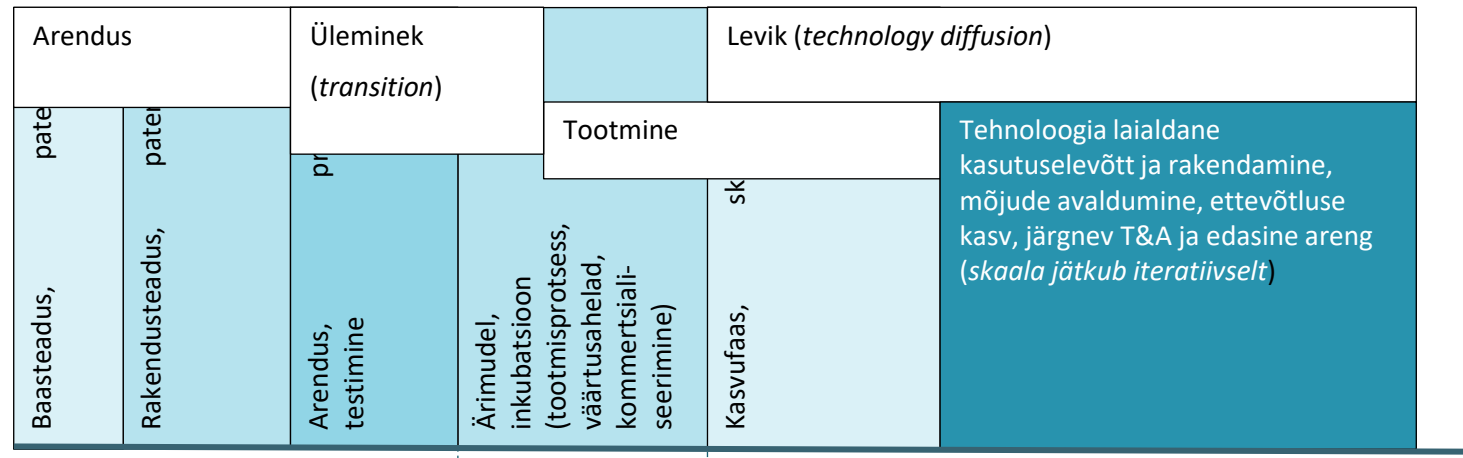
1,4%

... SKP-st hindas CENTAR Eesti majanduses tekkivaks lisandväärtuseks
(vana tehnoloogiaga) biorafineerimistehase käivitamisel

Biorafineerimistehaste mõju oleks eriti suur kohalikul tasandil väljaspool Tallinna.

- **Biorafineerimistööstus võimaldab muundada kasulikeks toodeteks potentsiaalselt 99% toormaterjalist.**
 - Puidu baasil toodetud etanool vähendaks KHG heitkoguseid bensiiniga võrreldes üle 60%.

BIORAFINEERIMINE TEHNOLOOGIAINNOVATSIOONI JA -LEVIKU PROTSESSIS



\ EESTI VÕIMALUSED

Tehnoloogiainnovatsiooni ja -leviku protsessi kirjeldus		Eesti potentsiaal biorafineermise kui süvatehnoloogia arendamisel
Teadus ja arendus	Baasteadus, patendid	Alusteaduse uuringud ligniini struktuuri ja omaduste kohta keemiliste reaktsioonides
	Rakendusteadus, patendid	Koostöö materjaliteaduse valdkonnas sh biopõhine nailon
Üleminek	Arendus, prototüübid, testimine Ärimudel, inkubatsioon	Keskkonnasäästlik tselluloosist tekstiilkiu valmistamine Pilottehaste edasine rajamine ja nende koostöö ülikoolidena Tooraine materjali- ja keemiatööstusele. Tselluloosisuhkrute laiem kasutamine nii ehituses, farmaatsias kui ka toiduainetööstuses
		Tooraine sortimendi laiendamine Imavere katsetehase rahvusvaheline rakendamine.
Levik	Tootmine	Kasvufaas, skaleerimine
		Puidu biorafineerimistehase rajamine/tööstusliku tehase rajamine. Biokütuste ja biopõhise toorme subsideerimine vs. naftapõhise
		Laialdane kasutuselevõtt ja edasine areng
		Riiklik energiasõltumatuse suurendamine. Tööstuse toel omavalitsuse tasandil majanduse oluline ehituskivi.



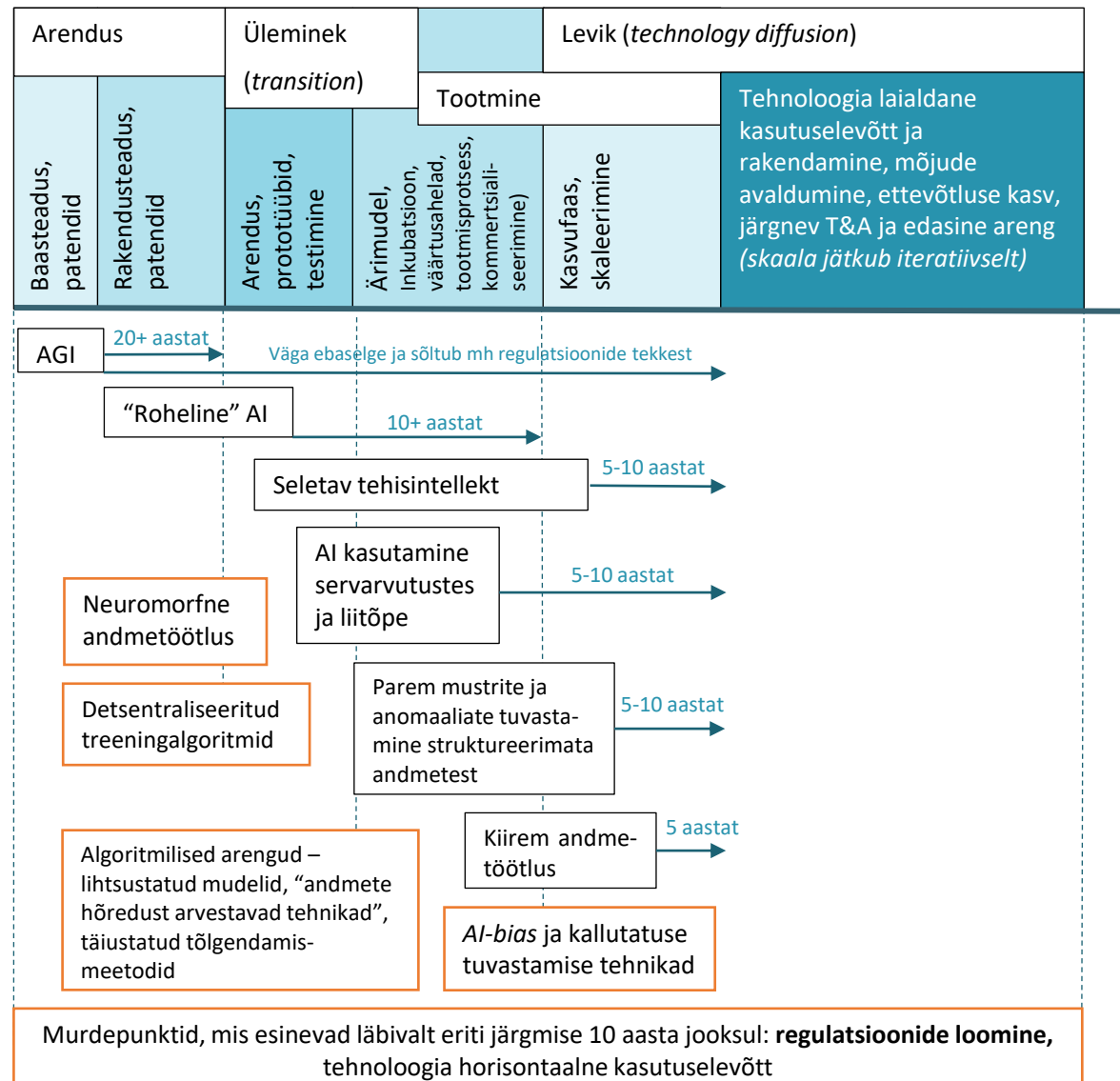
TEHISINTELLEKT JA MASINÕPE

0,3%...

paranes kõnetuvastuse veamäär,
mille saavutamiseks kulutas tippasemel tarkvara 50%
selle treenimisele kuluvast energiast

- Mõjutatud on **kõik** igapäevaelu valdkonnad.
- IBM ja Google'i näidetel on hoonete energiakasutus vähenenud AI abil 10-40%.
- “ ‘Roheline AI’ on miski, mis saab juhtuda orgaaniliselt tehnoloogia arengu hilisemas faasis. Mitte aga hetkel kiire arengufaasi käigus.”

TEHISINTELLEKT TEHNOLOOGIAINNOVATSIOONI JA -LEVIKU PROTSESSIS



\ EESTI VÕIMALUSED

Tehnoloogiainnovatsiooni ja -leviku protsessi kirjeldus		Eesti potentsiaal AI kui süvatehnoloogia arendamisel
Teadus ja arendus	Baasteadus, patendid	- AGI, AI bioinformaatikas ja geenitehnoloogias
	Rakendusteadus, patendid	- AI laiem kasutamine riigivalitsemises: AI põhine prognoosiv analüüs avaliku sektori poliitikakujundamisel olemasolevaid registreid ja andmeid kasutades; otsustusvahendid avalike teenuste kujundamisel; - AI kasutamine personaalmeditsiinis
Üleminek	Arendus, prototüübid, testimine	- NLP, eesti keele põhine AI, tervishoiu registreid kasutav AI haigusriskide tuvastamiseks; - Eesti kui ülemaailmne autonoomsete sõidukite katsetusplatvorm
	Ärimudel, inkubatsioon	- Personaalmeditsiin, prekliinilised ravimid, küberturvalisus; telemeditsiini platvormid; - AI-ga seotud õiguslik regulatsioon
Levik	Tootmine	- Ühenduse tugevdamine AI ekspertiisiga ülikooli lõpetavate tudengite ja tööturu vahel. - E-valitsemise edasiarendamine ja eksport
		Laialdane kasutuselevõtt ja edasine areng



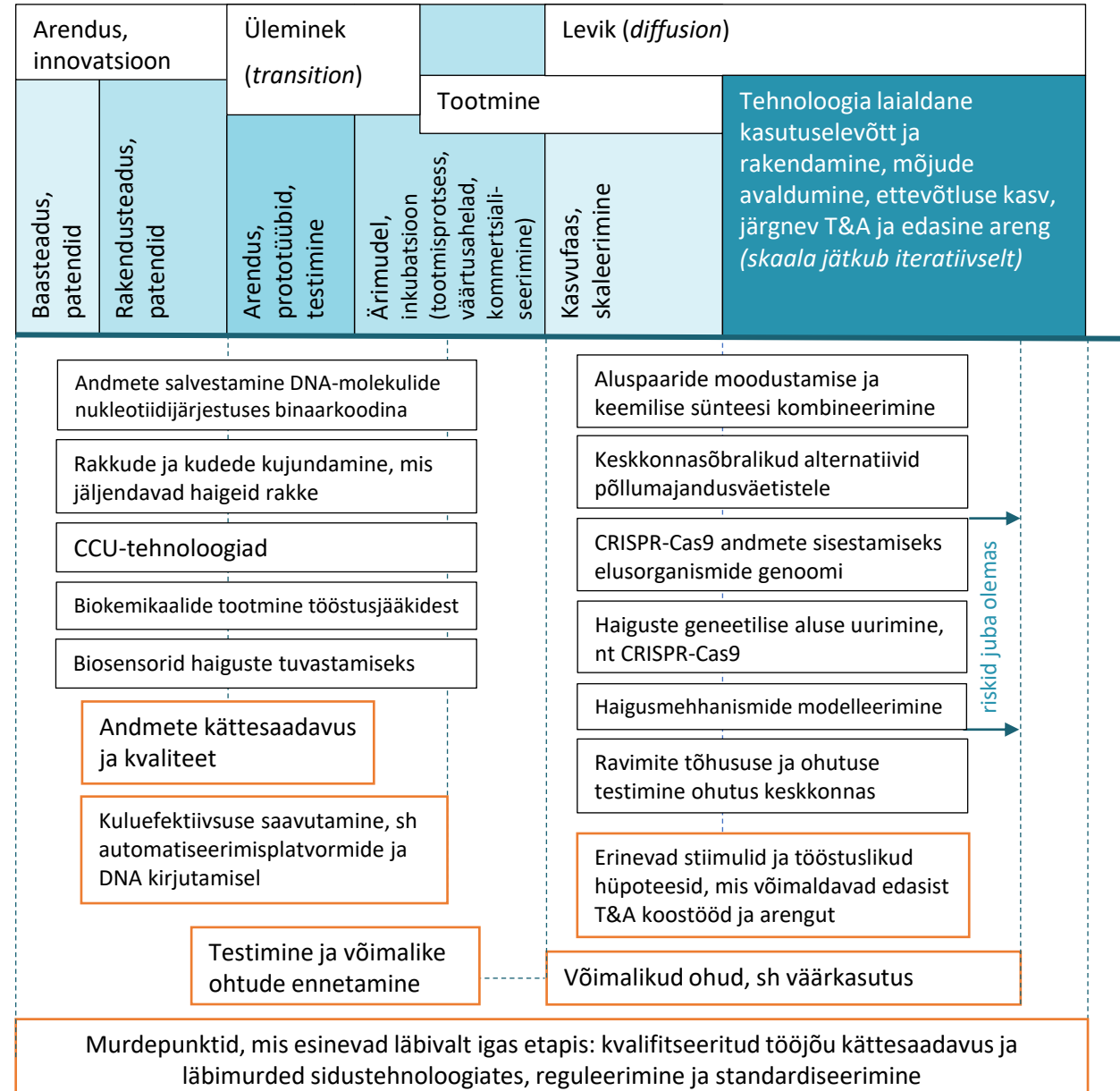
**RAKUTÜVEDE
DIGITALISEERITUD
ARENDAMINE**

60%

... maailmamajanduse füüsilisest sisendist saab toota bioloogiliste süsteemide kaudu

- .., millel võib 20 aasta jooksul olla 4 triljoni dollari suurune majandusmõju.
- **0,1% inimestest töötab teaduslikus rollis, ent 2% kogu maailma plastist tuleb laboritest.**
 - Laborid kulutavad ruutmeetri kohta 5-10 korda rohkem energiat kui kontorihooned.

RAKUTÜVEDE DIGITALISEERIMINE TEHNOLOOGIAINNOVATSIOONI JA -LEVIKU PROTSESSIS



\ EESTI VÕIMALUSED

Tehnoloogiainnovatsiooni ja -leviku protsessi kirjeldus		Eesti potentsiaal rakutüvede digitaliseeritud arendamise kui süvatehnoloogia arendamisel
Teadus ja arendus	Baasteadus, patendid	<ul style="list-style-type: none"> - patentide suurem väärtustamine - mitme olemasoleva uurimissuuna eelisarendamine, kuid üleüldiselt lai kompetentsibaas - innovatsioonigrantide pakkumine juba baasteaduses
	Rakendusteadus, patendid	<ul style="list-style-type: none"> - patentide suurem väärtustamine - prekliiniline ravimiarendus - mitme kindla uurimissuuna eelisarendamine, kuid üleüldiselt lai kompetentsibaas - nt geeniteraapia, biorafineerimine jne - rahvastiku põhised olemasolevad andmed ja andmebaasid
Üleminek	Arendus, prototüübid, testimine	<ul style="list-style-type: none"> - riiklik (nt Tervisekassa) tellimus kui T&A ülemineku võimendaja - tehnoloogiaspetsiifilise tarkvara või labori kaugautomaatika arendamine
	Ärimudel, inkubatsioon	<ul style="list-style-type: none"> - personaalmeditsiin
Levik	Kasvufaas, skaleerimine	<ul style="list-style-type: none"> - pandlikkus rahvusvahelisel koostööl ja üldine AI võimekus
	Laialdane kasutuselevõtt ja edasine areng	<ul style="list-style-type: none"> - Tervisekassa (vm riiklik) tellimus kui leviku võimendaja sarnaselt IKT arengule

\ OTSUSTUSKOHAD

- Millisel skaalal ja millise mudeliga liikuda edasi vesiniktaristu arendamisega?
- Kas alternatiivne liha tootmine peab olema Eestis? Kuivõrd investeerida bioreaktorite tootmisse ja arendamisse?
- Mil määral rakendada AI-d riigivalitsemises, haridussüsteemis ning tööjõu ümber- ja täiendõppes? Kes vastutab protsessi vedamise eest?
- Milline on Eesti lähenemine küberturvalisuse tagamisele ja regulatsioonide loomisele, arvestades sardsüsteemide laialdast levikut elutähtsas taristus ning võimalikku mõju eraelu puutumatussele?
- Kuidas suurendada kohalikku konkurentsi ja soodustada Eestis praeguste uute biorafineerimise tehnoloogiate riigisisest ülevõtmist, ilma et kaasneks metsade pindala vähenemine.
- Kuidas tugevdada patenteerimisega seotud kompetentse? Millised ümberkorraldused on teadussüsteemis realistlikud, et toetada teadlaste motivatsiooni publitseerimise kõrval ka patenteerida?

Süvatehnoloogiate uuringu kontaktid:

Civitta: Kaupo.Koppel@civitta.com

EAS: Vaido.Mikheim@startupestonia.ee

Viitamine: Koppel, K., Kuusik, A., Arrak, K., Raik, J., Niidu, A., Kõks, K., Lahtvee, P. (2023). „Süvatehnoloogiate alternatiivsed arengutrajektorid ja nende tähendus Eestile“. Civitta Eesti AS.

Uuring valmis EIS ja Arenguseire Keskuse tellimusel.

CIVITTA

A person is silhouetted against a vast, mountainous landscape. The person stands on a large rock in the foreground, looking out over a valley. The sky is a deep teal color, and the mountains in the background are layered, creating a sense of depth. A bright light source, possibly the sun, is visible on the right side, creating a lens flare effect. The overall mood is serene and contemplative.

ESTONIA \ LATVIA \ LITHUANIA \ FINLAND \ DENMARK \ POLAND \ SLOVAKIA \ UKRAINE \ ROMANIA \ MOLDOVA \ SERBIA \ BULGARIA \ NORTH MACEDONIA \ ARMENIA