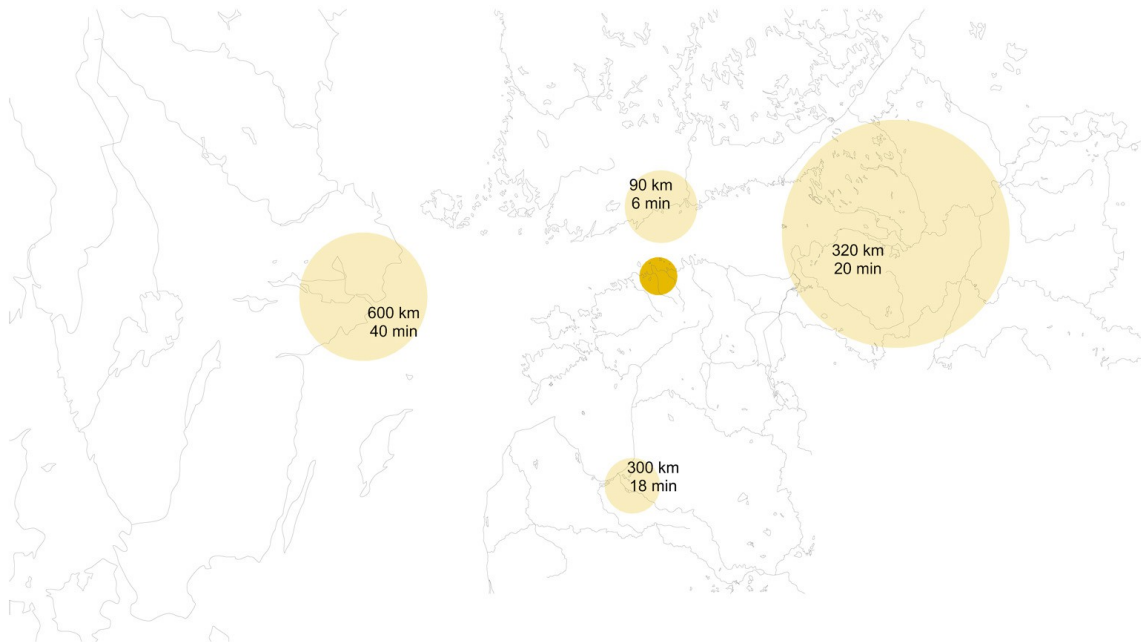


Eesti Kunstiakadeemia  
Arhitektuuriteaduskond  
Arhitektuur ja linnaplaneerimine, V

Stanislav Popkov

## *Hyperloop* kui Läänemere põhjaosa superlinnastu ühendus Jätkusuutliku urbanistliku arengu strateegia otsingul



Juhendajad:  
Prof. Andres Alver  
Prof. Douglas Gordon

Tallinn, 2020

## Avaldused, tänusõnad

Käesolev magistritöö on kirjutatud tuginedes teadmistele, mida autor on kogunud viimase kolme aasta vältel, olles kaasatud protsessidesse ja läbirääkimistesse, ammutades taustainfot, õppides teistelt ja seeläbi otsides vastuseid enda küsimustele.

Magistritöö ei ole üles ehitatud ühelegi konkreetsele teooriale, raamatule ega teatud koolkonna maailmavaadetele, vaid on katse lahti mõtestada uudse transporditehnoloogia võimalikku tähendust ruumi korraldamisel läbi enda isikliku kogemuse ja maailmavaate. Magistritöö on kirjutatud vabas vormis, kasutades tsitaate minimaalses mahus ning käsitledes kirjandust pigem inspireerisid allikana.

Autor soovib tänada isiklikult neid, kes aitasid kaasa, konsulteerisid ja inspireerisid:

PhD Alan James, vice president, Virgin Hyperloop One

PhD Steve Davis, head of SpaceX Advanced Projects / The Boring Company

Prof. Dago Antov, Tallinna Tehnikaülikool, Inseneriteaduskond, Mehaanika ja tööstustehnika instituut

PhD Tarmo Kipli, vanemteadur, Taltech Geoloogiainstituut

Brandon Kluzniak, Sr. Manager - Civil Infrastructure, Virgin Hyperloop One

Otto Hojar, FS Links AB

Mårten Fröjdö, FS Links AB

Hans Mikael Holmström, FS Links AB

Olli Hakanen, arhitekt, Respace Oy

Piret Mürk-Dubout, juhatuse esimees, AS Tallinna Lennujaam

Valdo Kalm, juhatuse esimees, AS Tallinna Sadam

Ahti Kuningas, Majandus- ja kommunikatsiooniministeriumi transpordi osakonna asekanstler

Samuti kõiki teisi, kes soovisid antud teemal kaasa mõelda.

## SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	5
I: ANALÜÜS.....	8
Liikuvus - kellele ja milleks?.....	8
Hyperloop - kas lennuk või rong?.....	9
Energiaefektiivsus ja CO2 jalajälg.....	11
Infrastruktuur.....	12
Ruumilised vajadused.....	13
Maksumus.....	13
Eesti panus.....	14
Piirid, sidemed ja urbanistliku maastiku tulevik.....	15
TEN-T ja regionaalreg.....	18
Hyperloop`i võimalik mõju linnastumisele.....	20
Kuidas kulutades kokku hoida .....	20
Post - urbanistlik maastik.....	21
II PROJEKT.....	26
Projekti ulatuse defineerimine.....	26
Läänemere põhjaosa “Superlinnastu” - mis see on?.....	26
Tallinna kasvu strateegia.....	29
Elanikkond.....	30
Linna struktuur.....	30
Urbanistliku arengu alad.....	31
Eesmärgid.....	32
Transpordivõrgustik ja superlinnastu koostoime.....	33
Kohaliku transpordivõrgu kaasajastamine.....	33
Hyperloop`i võrgustik.....	36
Lennujaamade ühendamine.....	37
Mis võib valesti minna?.....	38
Kesklinnade ühendamine.....	39
Terminalide asukoha valik linnaehitusliku analüüsi põhjal.....	40
Kesklinna terminal.....	41

Ehitusgeoloogia ja topograafia kesklinna jaama asukohta ja “morfoloogika” kontekstis.....	41
Reisijate arv.....	42
Jaama ruumilised vajadused ja süntaks.....	44
Hotspot linnas ja riigis-kuidas?.....	45
Hyperloop`i jaam kui Vanasadama piirkonna gentrifikatsiooni lõppsõna.....	46
Sobitamine konteksti .....	48
Terminal: identiteediga non-place?.....	49
Arhitektuurne maht ja ruumiline idee.....	51
Linnahalli renoveerimistaktika .....	53
Vaade linnahalli suunas Hyperloop terminali katuselt.....	57
Tihedus, kinnisvara hind ja maa-alune maailm.....	58
Julgeolek ja transiitruum.....	60
Tunnel.....	61
Energia.....	63
III KOKKUVÕTE.....	65
IV ENGLISH SUMMARY.....	66
V KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU.....	67



# SISSEJUHATUS

Käesolevas magistritöös püüan lahti mõtestada kaasaegse inimkonna kasvuprobleeme, mis paratamatult avaldavad mõju nii inimkonna enda arengule, kui kogu biosfäärile ja veel laiemalt kogu maakeral. Kasv on valdavalt eksponentsiaalne protsess mida piirab muuhulgas energia ja ehitusmaterjalide kättesaadavus kõige laiemas mõttes.

Kehtiv kasvumudel tugineb siiani sellele, et kasutusel olevad energiaallikad, eriti fossiilsed, on ning jäävad kättesaadavaks. Energiaallikate kättesaadavust ja nende kasutuspraktikaid tuleb arvestada tulevikumudeli loomiseks, et nende järsk kadumine või kallinemine ei muutuks ületamatuks probleemiks.

Sama oluline kasvu piiraja on aineeline resurss, mida on võimalik kasutada millegi loomiseks, olgu see ruum, asi või idee. Inimkond on harjunud kasutama odavalt kättesaadavat toorainet, mida on lihtne töödelda etteprogrammeeritud koostise ja struktuuriga vajalikuks vormiks.

Kolmas kasvuprotsessi piiraja on juhtimismehhanism, mis suunab arengut ühel või teisel moel, efektiivselt või ebaefektiivselt, jätkusuutlikult või pillavalt. Juhtimismehhanismi üheks oluliseks omaduseks on eesmärgipärasus mis realiseerub läbi visiooni.

Omaette küsimuseks jääb, kas kasv peab olema alati väljapoole, või on võimalik kasvada ka teistmoodi – näiteks parendades süsteemi sisemist struktuuri. Olen veendunud et visioon, ehk pikaajaline tegevuskava mängib võtmerolli selles, kuidas inimkonna eesmärgipärasus realiseerub.

Täna on üldiselt jõutud teoreetilisele arusaamisele, et XIX-XX sajandil kehtinud kasvu reeglid enam ei päde. Samas inimkonnal puudub pikaajaline käitumise kogemus globaalse kriisi olukorras. Oleme aru saamas, et energiaallikad ja aineeline resurss ei ole lõputud, kuid endiselt elame lootuses, et lahendused tulevad homme, mitte ei ole nõus muutma käitumist siin ja praegu.

Suureks küsimuseks jääb, kuidas säilitada ja veelgi tõsta arenenud maailmaosa kõrget elutaset ja vähendada ebavõrdsust, samal ajal maandades inimkonna keskkonnamõju tasemeni, mis võimaldab looduslikel taastusprotsessidel efektiivselt toimida. Ega need eesmärgid ometi ei ole omavahel vastuolus?

Üritan heita pilgu tulevikku 20-30-aastase perspektiiviga. Kiirendavad sotsiaal-majanduslikud protsessid

ja teaduslikud avastused võivad sel pikal perioodil muuta elu maakeral tundmatuseni.

Sama perioodi jooksul võivad keskkonnareostus, fossiilsete ressursside ammendumine ja kliima soojenemine avaldada hoomamatult suuremat mõju. Paljusid loodusprotsesse, mida oleme käivitanud, ei ole me enam suutelised tagasi pöörama, sest meil puudub selleks õige teadmine ja võime. Näiteks, inimkond ei ole tõenäoliselt suuteline vältida ulatuslikke metsatulekahjusid ja liustike kiirenevat sulamist. Samuti ei saa enam tagasi pöörata liikide väljasuremist. Heal juhul saame seda protsessi aeglustada ja konserveerida eriti suures ohus olevaid liike, seda lootuses et tulevikus suudame neid ellu äratada ning tagada neile sobivaid elutingimusi. Peame kohanema meretaseme tõusuga ja orkaanide suurema tihedusega, mis pühivad saareriigid ja mereäärsed linnad merre. Peame leppima, et loodus ei suuda meile enam tagada piisavas koguses harjumuspärast toitu, vaid toit tuleb valdavalt tehislikust farmist ja on teistsugune.

Kuid autor näeb selles tuleviku sünges narratiivis ka positiivset poolt, ehk praktilist võimalust mõjutada protsesse ka positiivses suunas ennem kui need on tagasipööramatud. Usutavasti, keskendudes sellele positiivsele poolele, on võimalik luua tõhusat strateegiat ning visiooni, mis avab võimalusi koheseks tegutsemiseks.

Tulles tagasi energia ja ainelise resurssi juurde, usub autor et ka arhitektidel kui tuleviku planeerijatel on siiani võimalik öelda oma sõna sekka, alates energiatõhusa hoonestuse kavandamisest kuni säästvama ruumilise- ja regionaalplaneerimiseni välja, mille mõlema puhul on oluline ka inimlik, esteetiline pool.

Tänapäeva heaoluühiskond on tegemas dramaatilist pööret oma tarbimismustris. Alates XVIII sajandist, kui toimus esimene tööstusrevolutsioon, oli inimkond kasvatanud rikkust ja sellega seotud heaolu. Asjade omamine oli oluline märk üleminekust tööstusrevolutsioonieelsest eluviisist uude tarbimisühiskonda. See protsess jätkus jõuliselt ka XIX ja XX sajandil, saades eriti suurt hoogu peale Teist Maailmasõda. Aastakümnete möödumisel asjade omamisest finantsorganisatsioonide toel kasvasid välja asjade kasutamise võimalused, asju tegelikult omamata. Oleme ületamas seda psühholoogilist barjääri, kus asja omamine andis elus kindlust. Kunagi ammu asjade väärtus väljendus nende vastupidavuses, täna pigem naudime asjade kasutamisest tulenevat suhtelist vabadust ja valiku võimalusi (mis ei pruugi olla muidugi alati isiklik vabadus, vaid katse saavutada teatud elustiili). Selline tarbimismuster on loonud eeldusi jõuliseks majanduskasvuks mis tugineb pidevale uuendusvoorude jadale.

Ning sellest kasutustaktikale toetavast tarbimismustrist on kasvamas välja hoopis teine harjumus, mis on magistritöö autori arust potentsiaalselt võimeline transformeerida elu ja majandust jätkusuutlikumas suunas. Tegu on fenomeniga, mis sündis XX sajandi lõpus. Seda kirjeldatakse mitme modernsust

käsitlevate autorite poolt kui hääbuvat ihaldust asjade järele, mille omamises või omamisaadses kasutamises enam ei nähta tõelist väärtust. Kuid, kuna inimene ei soovi üldjuhul loobuma millestki ilma seda millegiga asendamata, siis asjade omamise asemele on tekkinud käitumismustrid, mis toovad emotsionaalset rahuldust, ehk rahuldust, mida on võimalik määrata läbi subjektiivse kogemuse, elustiili, moraalse kuuluvuse, esteetilise tarbimise. Hea näide on siinkohal muuseumite ülemaailmse taassünni fenomen. Muuseumit külastades loome meie enda ellu lisaväärtuse just läbi uute kogemuste ja lugude tundma õppimise, kusjuures meis ei teki vajadust midagi muuseumist kaasa võtta. Naudime asja ja sellega seotud lugu talle sobivas kohas ja kontekstis.

Selles tarbimisühiskonna pöördes näen ma võimalust vähendada inimkonna keskkonnamõju läbi keskkonda mittehävitava käitumise.

# I: ANALÜÜS

## Liikuvus - kellele ja milleks?

Mobiilsus on kaasaegses narratiivis oluline osa inimõigustest, ning samuti oluline ühiskondliku elukvaliteedi määraja. Inimene, kellel puudub võimalus vabalt liikuda ühest kohast teise ei tunne ennast kaasatuna, tema kommunikatsioon ühiskonnaga on häiritud. Ta on tihti sunnitud tarbima ebakvaliteetset informatsiooni, kuna tal puudub võimalus kogeda vahetult sündmusi, mis teda huvitaksid, suhelda inimestega ning tunda ennast olulise ühiskonna osana. Vastupidiselt, mobiilne inimene saab kogeda teda huvitavaid kohti ja sündmusi, olla talle sobiva aktiivsuse keskmel.

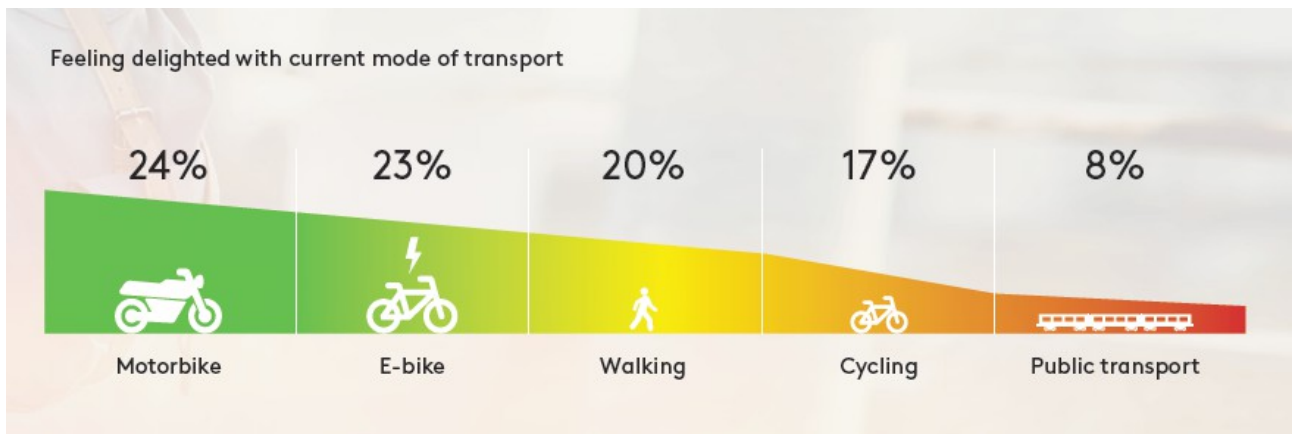
Liikuvuse mõju inimesele ja keskkonnale on palju uuritud ning magistr töö autor ei sea eesmärgiks analüüsida liikuvust süvitsi, pigem võtab seda kui olulist ühiskonna suhteid moodustavat fenomeni.

Mobiilsust võib tinglikult jagada tööalaseks, vajaduspõhiseks, ja meelelahutuslikuks.

Tööalase mobiilsuse alla liigitub nii pendelränne kodu ja töökoha vahel kui tööülesannete täitmiseks vajalik liikuvus. Meelelahutuslik mobiilsus hõlmab endasse näiteks pikemaid puhkuserreise, kuid ka argipäeva liikuvusmustreid mis on seotud vaba aja veetmisega. Ning lõpuks vajaduspõhise mobiilsuse alla liigituvad kõik reisid ja muud liikuvuse mustrid, mis ei ole tööalased ja meelelahutuslikud. Nendest olulise osa moodustavad näiteks meditsiinilise abiga ning hariduse omandamisega seotud liikuvus.

Tööaja ja töökoha paindlikumaks muutmisel hajub ära ka tööalase ja meelelahutusliku mobiilsuse piir. Mobiilsusest sai oluline osa elustiilist, liikuvusmustrist joonistub välja aga omanäoline *emoscape*. Palju on räägitud sellest et andmevahetuse hõlbustamine läbi elektrooniliste kanalite võib vähendada füüsilist liikuvust kuid reaalsus on vastupidine. Alates 1990-dest aastatest inimkonna jõukuse ja lennunduse kättesaadavuse kasvust tingituna on näiteks puhkusereiside arv kasvanud plahvatuslikult. Transpordisüsteemi efektiivsus ja rakendatavad innovatsioonid on viinud transpordikulusid alla ning see trend ilmselt jätkub ka tulevasel aastakümnel, eriti nn.viimase miili lõigul, kus olulise faktorina tulevad mängu isejuhtivad ja muul viisil automatiseeritud transpordilahendused. Oluliseks üleminekuks saab olema osaline loobumine sisepõlemismootoritest elektrimootorite kasuks. Isejuhtivad droonitaksod pakkuvad linnasiseselt uut tüüpi mobiilsust. Ühe inimese kergtranspordivahendid võivad samuti mõjutada pilti muutes liikuvuse paindlikumaks ja keskkonda vähem koormavaks.

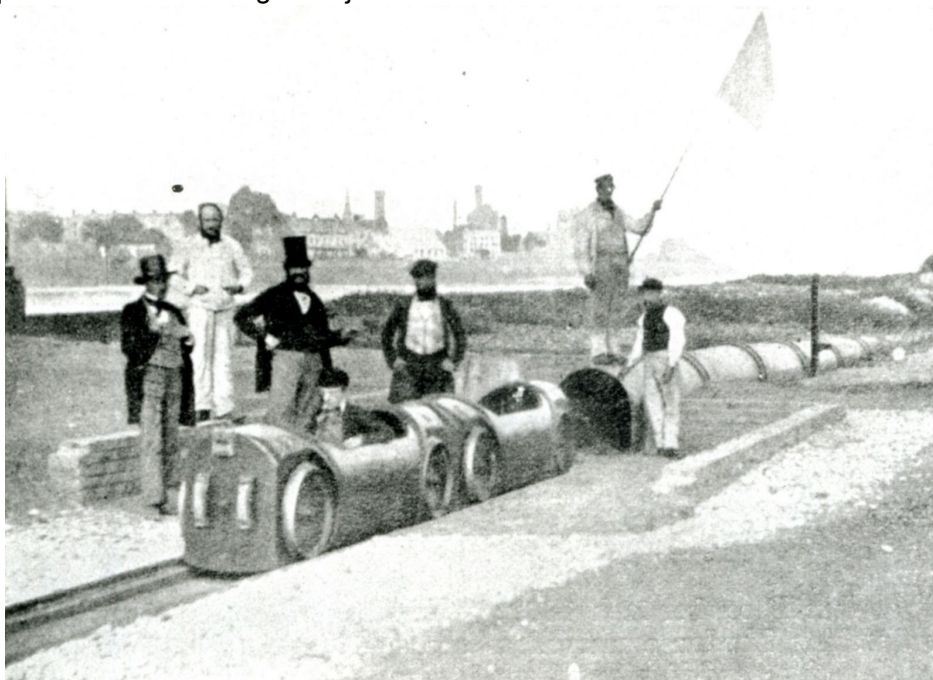
Inimene tunneb rõõmu liikumisest, ka kasutades selleks tehnilist vahendit. Autor usub, et selleks et muuta midagi radikaalselt transpordisektoris, peab alustama inimesest, kaardistades tema soove ja emotsioone ning neid silmas pidades pakkuda paremaid alternatiive.



Allikas: kantar.com

## Hyperloop - kas lennuk või rong?

*Hyperloop* kaasaegses mõistes oli kirjeldatud esimest korda 2013 aastal SPACEX avaldatud ja kiiresti tuntust kogunud artiklis "*Hyperloop Alpha*". *Hyperloop*’i on kirjeldatud perspektiivse transpordisüsteemina, mille eesmärk on liigutada inimesi ja kaupu suurel kiirusel (kuni 1200 km/h) ja ülipaindlikult (s.t. vahepeatuseta ja praktiliselt nõudluspõhiselt). *Hyperloop* süsteemi suureks eeliseks toodi välja ka kõrget energiaefektiivsust ning võimet olla täiselektriline. Liikumisvahendiks on kavandatud kaugjuhitav kapsel või "*pod*" mahutavusega 25 kuni 50 reisijat. Kapsli kiirendus ja aeglustamine saavutatakse lineaarmootorite abil. Liiklus saab toimuda täiesti isoleeritud keskkonnas (õhutihedas torustikus) ülimaldala rõhu juures (ca 100 Pa), mis on väga lähedane vaakumiga. Selliselt praktiliselt välistatakse õhutakistus. Hõõrdetakistuse vältimiseks plaaniti rakendada kapsli hõljumist kas õhupatjal või passiivses elektromagnetväljas.



Pneumatic Despatch Company prototüüp

Esimesed vaakumtranspordiga seotud teoreetilised tööd ja praktilised katsed pärinevad Londonist

aastast 1861, mil esimest korda katsetati *Pneumatic Despatch Company* loodud prototüüpi. Prototüübiks oli kompaktne reisijate vagun, mis pidi liikuma relssidel suruõhu mõjul kitsas torustikus. Süstik saavutas kiiruse umbes 45 km/t, kuid ilmnunud tehnilised probleemid ei lubanud tollel ajal süsteemi edasi arendada.

Järgmine tõsiseletvõetav katse toimus juba aastal 2016, ehk kolm aastat peale "*Hyperloop Alpha*" ilmumust. See kord tegu oli USA iduettevõttega Hyperloop One, mis loodi SPACEX`ist sõltumatute investorite toel. Katse tehti Mohave kõrbe ehitatud testirajal ning saavutati kiirus 216 kmh. Kuna katse tehti nõ. *open air test* i näol, siis katsetati ainult lineaarmootori ja magneetilise hõljumissüsteemi koostööd.



*Hyperloop`i esimene katse*

Kolmas katse toimus aastal 2017 juba suletud keskkonnas 500 m pikas torus diameetriga umbes 4 m ja saavutati kiirus 387 km/t. See katse hõlmas kõiki süsteemi põhikomponente ning tõestas, et süsteem toimib ka ülimaldala rõhu juures täpselt nii nagu seda mõeldud oli.



*Hyperloop`i teine katse*

Kuigi esimesed *Hyperloop`i* kommertsliinid on alles planeerimisjärgus, siis läbiviidud katsed tõestavad, et *Hyperloop`i* tehnoloogia võib tähendada suurt läbimurret transpordivaldkonnas.

### **Energiaefektiivsus ja CO2 jalajälg**

Transpordi valdkond vastutab 20 kuni 25 protsendi maailmas toodetud CO<sub>2</sub> heitmete eest. Erinevalt paljudest teistest majandusharudest, nagu põllumajandus või ehitus, on see võimeline suhteliselt kiiresti muutuma tänu keskmise transpordivahendi lühemale elukaarele ja transpordivõrgustike kohanemisvõimele. Juhul kui tahame saavutada ambitsioonikaid kliimaneutraalsuse eesmärke aastaks 2050 nagu seda Pariisi kliima kokkulepe sätestab, siis transpordi valdkond on kindlasti see, millest tasub alustada.

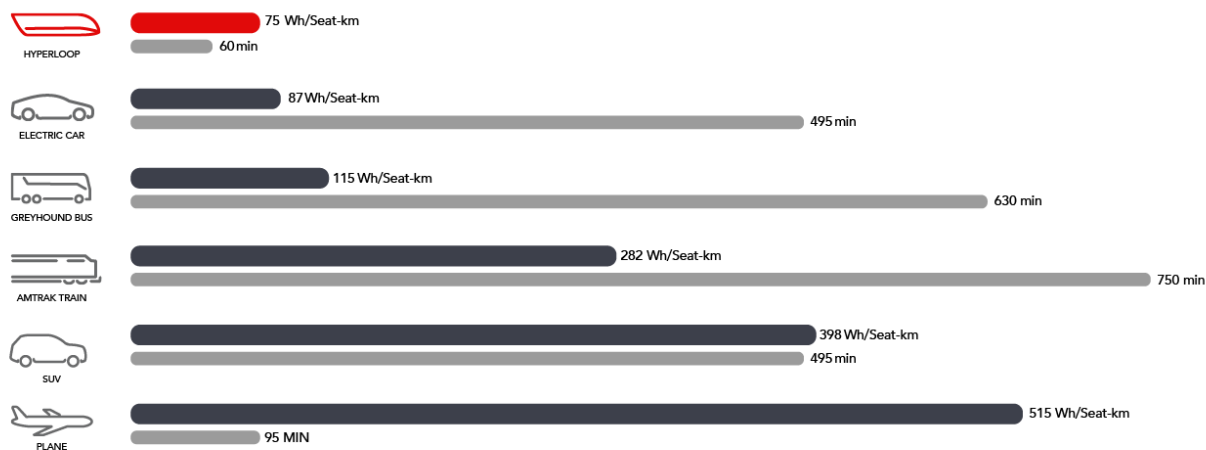
Transpordi arvutuslik energiatarve väljendub tavaliselt energia hulgas (Joul või Watt), mis on vajalik ühe reisija transportimiseks 1 km kaugusele. Kulutatud energia on otsesõltuvuses õhku paisatud heitmetest, eelkõige CO<sub>2</sub>, CO ja tahma peenosakeste näol. Seega mida energiasäästlikum on transpordivahend, seda üldjuhul vähem on tema kasutamise seotud reostus.

Katsed on tõestanud muuhulgas *Hyperloop* süsteemi väga madalat energiatarbimist. Tegelik energiatarve on seda madalam, mida tihedam on konkreetse transpordiliini kasutusmuster, kuna osa energiast kulub igal juhul madalrõhu tagamiseks süsteemis. Kõige efektiivsemad *Hyperloop* transpordiliinid jäävad tõenäoliselt vahemikku 100-500 km, sealt edasi kaalub infrastruktuuri maksumus saavutada energia ja aja kokkuhoiu üle.

*Hyperloop* tehnoloogia, nagu iga uus toodetud asi, ei tule keskkonnale „tasuta“, ehk algfaasis on ta ikkagi kahjulikum kui olemasoleva transpordivõrgustikuga jätkamine, kuid pikemas perspektiivis on see kindlasti paljudest parem alternatiiv, võttes arvesse ka tarbitava elektrienergia võimalikku „rohelist“ päritolu.

## Energy Consumption & Travel Time by Mode

Hypothetical Journey Traveling from NYC to Toronto



Virgin hyperloop one

*Hyperloop*’i energiaefektiivsus võrreldes teiste transpordiliikidega

### Infrastruktuur

*Hyperloop* infrastruktuuri all peetakse silmas ümarat terastoru dimaetriaga 5m, millesse tekitatakse õhutakistuse oluliseks vähendamiseks vaakumi lähedane madalrõhk (ca 100 Pa). See vastab atmosfäärirõhule umbes 50 km kõrgusel maapinnast. Toru valmistatakse tavalisest ehituslikust terasest kesta paksus on ca 20mm, mis tagab piisava jäikuse. Toru põhjas on üks või mitu alumiiniumist relssi, mille eesmärgiks on magnethõljumise protsessis osalemine ning kapsli täpne positsioneerimine sõidu ajal. Madalrõhu saavutamiseks vajalike pumbajaamade ja kiirendus(aeglustamis) lõikude elektrienergiaga varustamiseks vajalikud võimsused võivad paikneda lokaalselt ning võimalusel kasutada taastuvat tuule- või päikeseenergiat.

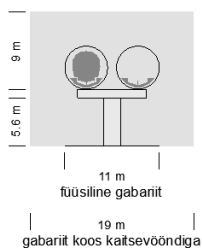
*Virgin Hyperloop One* prognoositav süsteemi teoreetiline läbilaskevõime jääb 16,000 reisija juurde (Ärikläss) ning Metroo tüüpi sõiduki puhul 40,000-60,000 reisijat tunnis ühe suuna kohta olenevalt süsteemi eri otstes olevast kasutajaliidest. Toru võib paikneda püloonidel maapinnast tõstetuna, maa peal või maa all tunnelis.



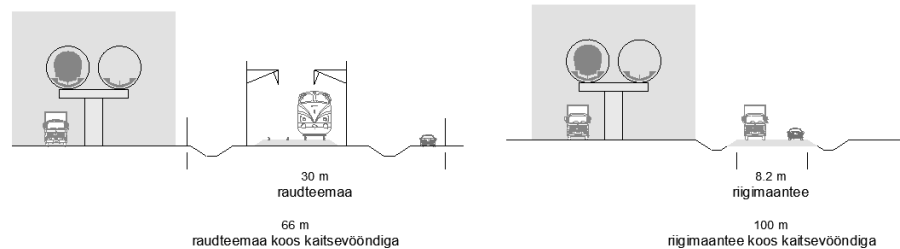
## Ruumilised vajadused

Kuna *Hyperloop* on alles katsetamisel olev süsteem, siis paljud tehnilised näitajad tõenäoliselt täpsustuvad lähimatel aastatel. Kuid tänu füüsilistele katsetele ja matemaatilistele mudelitele on tehtud kindlaks põhilised parameetrid, nagu toru diameeter, teeninduskoridori gabariidid ning projektkiirusest sõltuv pöörderaadius. Neid põhinäitajaid arvesse võttes on võimalik planeerida *Hyperloop* tehnoloogiaga arvestavaid uusi transpordikoridore vähemalt üldplaneeringu täpsusega. *Hyperloop* süsteemi isoleerituse tõttu on seda võimalik kavandada samas koridoris teiste transpordivõrgustikega, nagu raudteed või maanteed.

hyperloop trassikoridor



trassikoridoride ühiskasutamise loogika



Trassikoridori nõuded. Autori joonis

*Hyperloop* süsteemi maakasutuse loogika võiks autori arvates olla sarnane tehnovõrguga ehk servituudipõhine, kuna süsteemi füüsiline jalajälg (maakasutus), mis väljendub püloonide pindalas maapinna kõrgusel, on teiste transpordivõrkudega väike ega takista maaala sihipärast kasutamist. Suunates pilgu kõrgepindeliinide kulgemisteedele, saame aimu kuidas võiks tulevikus välja näha ka *Hyperloop* taristu maakasutus.

Ökoloogilisi aspekte silmas pidades teoreetiliselt võimaldab *Hyperloop* tehnoloogia palju paindlikumat trassikoridori planeerimist. Väga madal müratase ja puuduvad heitmed (eeldusel, et vajalik elekter toodetakse kas heitmevabalt või tarnitakse mujalt) võimaldab teatud tingimusi järgides rajada *Hyperloop* süsteemi ka looduskaitsealadesse ning hoonete lähedusse ilma sanitaarkaitsevööndita.

## Maksumus

Varasemalt teostatud Stockholm-Mariehamn-Helsingi trassikoridori eeluurings (KPMG, Ramboll, 2016) prognoositi *Hyperloop* taristu maksumust koos jaamade ning transpordivahenditega 38 mln eur km kohta. Sarnase tulemuseni jõudis USA ettevõtte Black & Veatch (2019), mis prognoosib *Hyperloop* maapealse taristu ehituse maksumuseks 40% 300 km/h+ kategooria kiirraudtee maksumusest.

*Hyperloop* süsteemi eelis tuleb eriti tugevalt esile maa-aluse paigaldusviisiga taristu puhul (kohtades kus maa-pealne paigaldusviis võimatu topograafiliste või maakasutusest tulenevatest piirangute pärast.

Tulenevalt vajaliku toru diameetrist moodustab *Hyperloop* jaoks sobiva tunneli segmendi pindala umbes  $\frac{1}{3}$  raudteetunneli segmendi pindalast, mis võimaldab vähendada ehitusmaksumust ligikaudu  $\frac{2}{3}$  võrra (Tallinn-Helsinki planeeritava raudteetunneli näitel). Ehk siis tuginedes *Finestlink* tasuvusuuringule, mis prognoosib raudtee tunneli ehituse hinnaks 7,5 miljardit eurot, võib oletada, et Tallinn-Helsinki *Hyperloop* kahe-suunalise tunneli ehitusmaksumuse suurusrärk jääb 2,5 miljardi euro juurde. Jaama maksumus hakkab paljuski sõltuma jaama enda suurusest, arhitektuursest lahendusest ja tehnoloogilise lahenduse maksumusest.

## Eesti panus

Aasta 2017 oli see, mil sõna "*Hyperloop*" ning selle taga peituv tehnoloogiline läbimurre sai esmakordselt laiemat meediakajastust. Magistritöö autoril oli suur au osaleda *Hyperloop One* korraldatud ülemaailmses ideede korjes, kus 2600+ ettepanekust tema Tallinn-Helsingi *Hyperloop* ühenduse ettepanek valiti 30 parima sekka. Sellele järgnes intensiivne koostöö *Hyperloop One*´ga ja EV riigivõimudega, mis kulmineerus 2017.a. augustil, kui *Hyperloop One* ja EV valituse vahel sõlmiti koostööleping.



Magistrirõõ autor külastamas *Virgin Hyperloop One* testirada, 30. august 2017, Mojave kõrb, USA

Peale seda Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi Transpordi arengu ja investeeringute osakonnaga koostõõs loodi *Hyperloop*´i temaatikaga tegelev tõõrõhm. Käesoleval ajal (sõõgis 2019 - kevad 2020.a.) käib sisuline arutelu, mille eesmärgiks on käsitleda *Hyperloop* tehnoloogiat koostatavas Transpordi ja Liikuvuse arengukavas, et luua seeläbi võimalus täiemahulise Tallinn-Helsingi-Stockholmi püsiühenduse tasuvusanalüüsi koostamiseks.



Koostöölepingu sõlmimine 31.august 2017, Los-Angeles, USA

## Piirid, sidemed ja urbanistliku maastiku tulevik

Oma raamatus *Connectography: Mapping the Future of Global Civilization* Parag Khanna kirjutab sellest, et maailm ei ole midagi muud, kui ühenduste kogum, võrgustik, mida igapäevaselt kasutame, kuid vaevalt teadvustame selle mõju meie elule täies mahus. Riikidest koosnev majandus-poliitiline kude asendub globaalse ruumiga, mille tinglikud osad on omavahel rohkem või vähem seotud. Parag Khanna ideed tundusid autorile heaks alguspunktiks edasise mõttekäigu ülesehitamisel:

*„Connectivity is the new meta-pattern of our age. Like liberty or capitalism, it is a world-historical idea, one that gestates, spreads, and transforms over a long timescale and brings about epochal changes. Despite the acute unpredictability that afflicts our world today, we can be adequately certain of current mega-trends such as rapid urbanization and ubiquitous technology. Every day, for the first time in their lives, millions of people switch on mobile phones, log on to the Web, move into cities, or fly on an airplane. We go where opportunity and technology allow. Connectivity is thus more than a tool; it is an impulse.“*

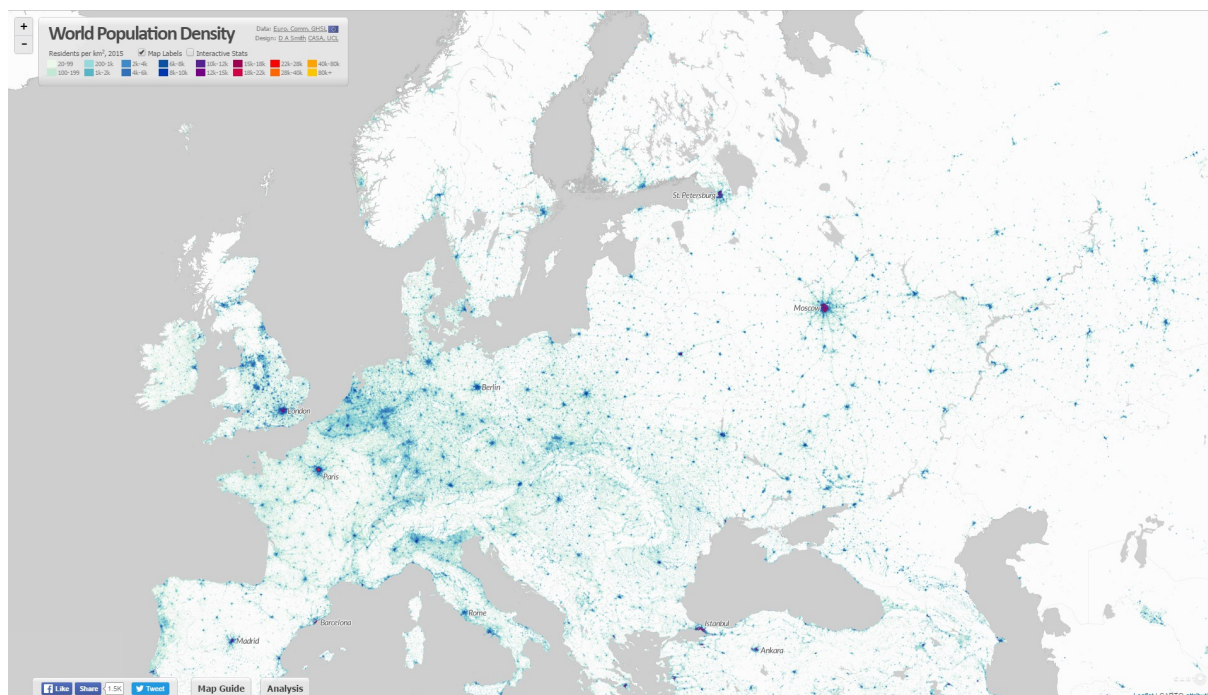
*„More connectivity creates a world beyond states, a global society greater than the sum of its parts. Much as the world evolved from vertically integrated empires to horizontally interdependent states, now it is graduating toward a global network civilization whose map of connective corridors will supersede traditional maps of national borders.“*

Sarnaseid mõtteid käib välja ka Jeremy Rifkin raamatus *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World*. Ta arutab, et hoopis erinevad majandus- ja poliitilised liidud ja kontinendi suurused majandusruumid on üle võtmas riikide funktsioone. Rifkini sõnul, selles uutmoodi organiseeritud maailmas aina suuremat tähtsust saavutavad jagamismajandusele omased süsteemid ja kätumismallid – koostöö, ühiskasutus, horisontaalsed

sidemed, inimkapital, loomingulisus on selle globaalse maailma võtmesõnad.

Rääkides sellest, kuidas on muutumas meie ruum eelpool mainitud protsesside mõjul, siis näiteks Euroopa Liitu kuuluvate riikide omavahelised riigipiirid on jäänud küll poliitilisele kaardile, kuid riikide vahel reisides neid vaevalt märkab. Pigem vihjavad riigipiiri ületamisele teise kujuga liiklusmärgid ja teises keeles reklaamitahvlid, samas kui piiripostid on jäetud teatud kohtadesse vaatamisväärsustena.

Vastupidi, EU välispiir on muutumas aina raskemini ületatavaks teatud inimeste gruppidele ja teatud päritoluga kaubale, samuti teatud ajaperioodidel. Kuid ka uute piiride seadmine ei ole haruldane, kusjuures piiride poliitiline tähtsus üleüldse on muutumas vähem tähtsaks. Uued piirid seatakse pigem sõjalise või bioloogilise päritoluga ohtude ajutiseks leevendamiseks. Paljud uued piirid ei teki füüsiliste takistustena, vaid jäävad näikeks täiendava riigisisese kontrolli ja riikidevaheliste kokkulepete tasandile. Sellised piirid peavad niikaua vastu, kuni oht on ammendatud või surve ühelt poolt piiri ületab piiri ülalpidamise kulusid.



Elanikkonna tihedus Euroopas. Allikas: CARTO.COM

Globaalsete protsesside juures on hoogustunud regionaliseerimine, mis tugineb kompaktsematele turgudele ja efektiivsemalt toimivatele majanduslikele seostele. Inimesed soovivad tarbida kohaliku äritoluga toitu, avastada oma piirkonna turismitalusid selle asemel et osta teadmata kohast toodud ja teadmata tingimustes toodetud kaupa või et minna üüratute rahvamassidega koos nautima maailmakuulsaid arhitektuuripärle. Tuleb tunnustada, et regionaliseerimise positiivsetest mõjudest võib toituda ka isolatsioonipoliitika.



Usun, et riik kui klassikalises mõttes poliitiline moodustis ei pruugi lähitulevikus jääda konkurentsivõimeliseks juhtimisvormiks. Selle asemele võivad tulla hoopis teistmoodi geograafilised moodustised, mida iseloomustab mite välispiir vaid hoopis mõjuala. See muutus toimub juba tegelikult mitu aastakümnet ning tulemusena on tekkimas alternatiivne majandusgeograafiline maastik. Loogiliselt mõeldes peaksid tekkima selle uutmoodi maastiku tõmbepunktid sinna kus on kõige suurem rahvastiku tihedus. Paljuski see ongi nii. Vaadates Euroopa rahvastiku tiheduse kaarti vastab see Eestis, ehk Euroopa perifeerias elava keskmise inimese ettekujutusele Euroopast päris täpselt.

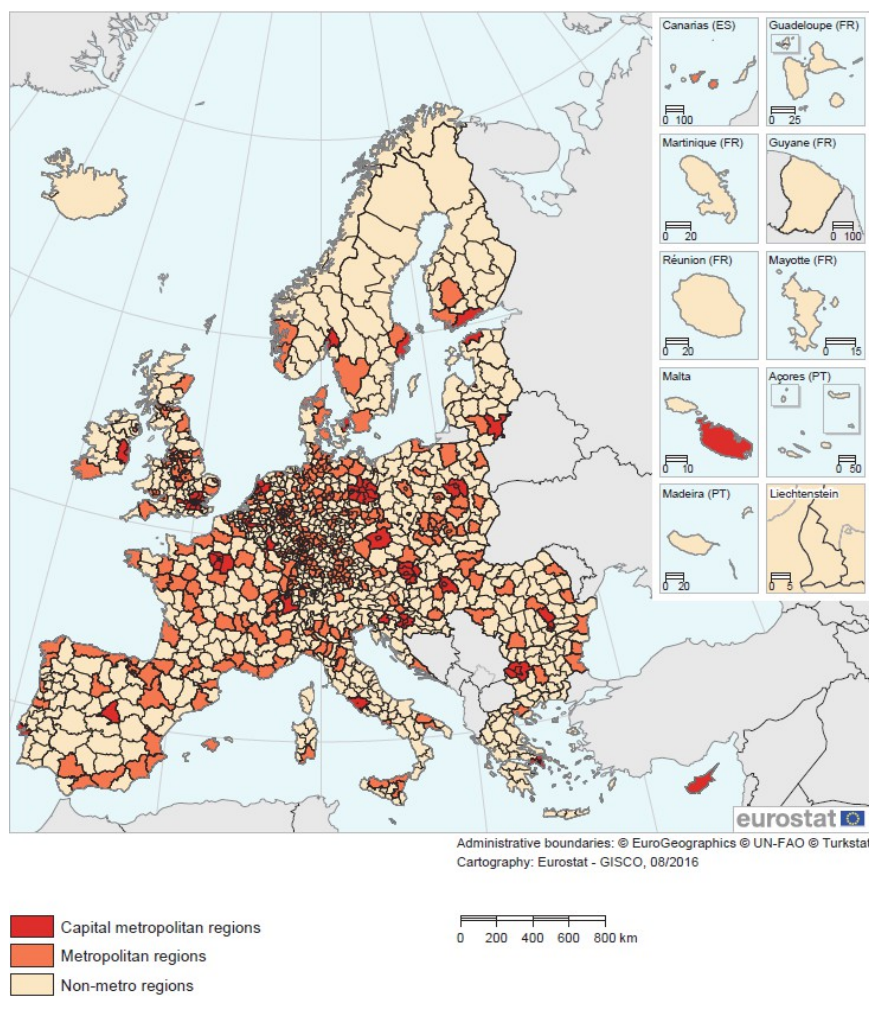
Uurides olukorra veel täpsemalt saab selgeks, et rahvastiku tihedusmuster ei kattu täiel määral tõmbekeskuste mõjualade muustriga. Suure mõjuväljaga tõmbepunktid, või täpsemalt tõmbealad, tekkivad pigem sinna, kus mitme linna mõjuväljad kattuvad võimendades resulteeriva mõjuvälja. Need mõjuvälja gravitatsioonikesed on linnastud. Wikipedias on kirjeldatud linnastu mõistet järgmiselt:

*“Linnastu ehk aglomeratsioon (ld agglomeräre 'lisama, liitma') ehk konurbatsioon on rühm lähestikku asuvaid asulaid, peamiselt linnu, mida seovad tihedad majandussuhted ning elanike tööalased, majapidamisega seotud ja kultuurilised sidemed.*

*Linnastu on kõige arenenud ja keeruline asulate paiknemise vorm, mis tekib peamiselt suurlinnade ümber. Need linnad saavad linnastu tuumaks. Linnastud tekivad ka tihedalt asustatud tööstuspiirkondades (nt kivisöebasseinides). Sel juhul tekivad paljutuumalised linnastud.*

*Linnastule on iseloomulikud massilised töö-, õppe-, majapidamis-, kultuurilised ja puhkemajanduslikud pendelränded.”*

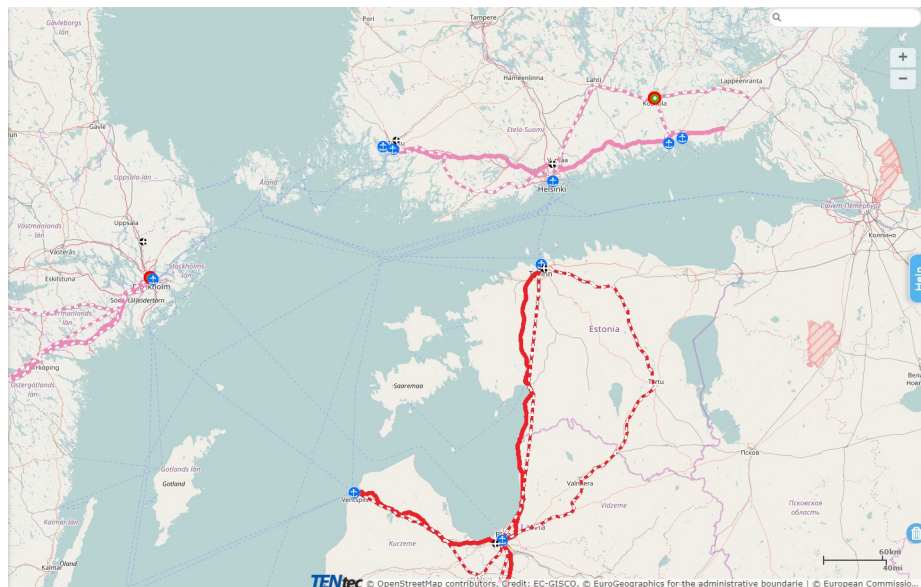
Oluline roll linnastu igapäevases toimetulekus on transpordisüsteemil. See võimaldab inimesel liikuda linnastusiseselt kulutades võimalikult vähe aega ja ressursi, mis teeb liikumisest igapäevaselt vastuvõetava malli. Musternäiteks on Belgia ja Hollandi piirkonnad, kus linnad asuvad üksteisele lähedal ning on seotud hästi toimiva raudteevõrgustikuga.



Euroopa linnastud, allikas:EUROSTAT

## TEN-T ja regionaalreg

Transpordiühenduste tähtsust ühtlases majandusarengus ja julgeoleku tagamises on mõistetud Euroopa Komisjoni tasandil läbi üleeuroopalise strateegilise transpordivõrgustiku ja sellega kaasneva arenguplaani. Transpordialaste investeeringute prioriteedi saavad just need projektid, mis on kooskõlas TEN-T (*Trans European Transport Network*) plaaniga. Olles täpsemalt vaadanud TEN-T olemasolevaid ja planeeritud transpordikoridore, jõudsin mõistmisele, et tegu on mitme transpordiliigi suure läbilaskvusega maismaa koridoride ja neid ühendatavate multimodaalsete sõlmpunktide süsteemiga, mis võimaldab suhteliselt kiiret reisijate ja kauba liigutamist EU territooriumil. TEN-T võrgustiku eesmärgiks on ühendada eelkõige kõigi liikmesriikide pealinnad ja suured finants- ja tööstuspiirkonnad ning sadamad.



TEN-T võrgustik. Allikas: EC.EUROPA.EU

Põhja- ja Baltimaade ühendatus on selles kontekstis lünklik ja baseerub suuresti meretranspordile. Püsiühenduste arendamine Läänemere ida osa piirkonnas tõstaks tõenäoliselt strateegilise transpordivõrgustiku stabiilsuse ja sõltumatuse loodunähtudest, samuti tõstaks regiooni sotsiaal-majandusliku konkurentsivõimet üleeuroopalisel skaalal.

## Hyperloop`i võimalik mõju linnastumisele

Viimase kahe sajandi jooksul on olnud olukordi, kus uuendusliku transpordiviisi laialdane adopteerimine tõi kaasa suuri muutusi nii ruumilises planeerimises kui inimeste eluviisis. Peamiselt juhtusid muutused mitte uue transpordiviisi leiutamise ajal, vaid mõned aastakümned hiljem, kui tehnoloogia oli ühtepidi muutunud küpseks ja ohutuks ja teispidi tänu sellele paljudele kättesaadavamaks. Nii juhtus raudteega XIX sajandil, seda oli USA *suburb*-ide õitsengut põhjustanud autostumine 1950-tes, täpselt sama teed läbis lennundus 1990-tel. Raudtee määrav roll terve riigi arengus avaldus eriti tugevalt USA-s XIX.s. teisel poolel, kui *First Transcontinental Railroad* sai valmis. Lennunduse mõju oli märgatav nii kogu maailma mastaabis kui lokaalselt, olles põhjuseks suurte lennujaamade ümber arenenud linnade tekkele.

Kui *Hyperloop* tehnoloogia adopteerimine kulgeb plaanipäraselt ja juba 2020-tel saavad valmis esimesed kommertsliinid, siis pole põhjust kahelda, et ka *Hyperloop* avaldab tõsiseltvõetavat mõju sellele kuidas me ehitame linnu, mis moodi elame, käime tööl, tarbime, liigutame ja toodame kaupu ja rakendame innovatsiooni. Suure tõenäosusega kerkivad üldises maailma sotsiaal-majanduslikes pildis esile need regioonid, kuhu ehitatakse esimesi *Hyperloop* transpordiühendusi. Kuna *Hyperloop* võimaldab pendeldada igapäevaselt mitusada kilomeetrit elukoha ja töökoha vahel, samuti vaba aja veetmise eesmärgil, siis see toob kaasa mitmeid sügavaid muutusi elukorralduses, mida hetkel veel võimatu ette näha.

## Kuidas kulutades kokku hoida

Urbaniseerimine on olnud valulik ja kulukas protsess. Piiratud resurssidega maailmas tuleb valida, kas ja mida teha, et tagada suuremale hulgale inimestele heaolu. Ei ole võimalik ehitada uut polikliinikut kahanevasse Antslasse kui Mustamäe haigla vajab lisaks voodikohti või uut kiiritusapparaati. Osaliseks vastuseks linnastumise protsessile on teenuste virtualiseerimine, mis tõepoolest võimaldab madalate kuludega pakkuda inimestele eluks vajalikku. Kuid ka Mustamäe haiglal on oma teenindusraadius ja võimekus, millest väljapoole jäävad inimesed vajavad siiski kohapealset tugistruktuuri.

Mis saab aga siis kui ühel hetkel on võimalik luua üliefektiivne ja kiire transpordivõrgustik? Kas selle abil oleks võimalik kohendada ühiskonda teenindav tugistruktuur, mille olulisemad sõlmed ei pea asuma üksteisest saja-kahesaja kilomeetri kaugusel, vaid saame panna need üks teisest näiteks tuhande kilomeetri kaugusele? Kas see võimaldaks meil koondada nendesse sõlmpunktidesse parimad spetsialistid ja tehnika, mis tõstab nende kuluefektiivsuse?

Näiteks, kui ehitame Tallinna Lasnamäele uue haigla, siis kas poleks mõttekas kokku leppida Helsingiga selles, milliseid spetsiifilisi teenuseid seal osutatakse ja võimaldada Soomel arvestada sellega enda uue haigla profiili valikul. Sellises mõõtkavas mõtlemine ei saa enam olla ühe riigi pädevuses, vaid

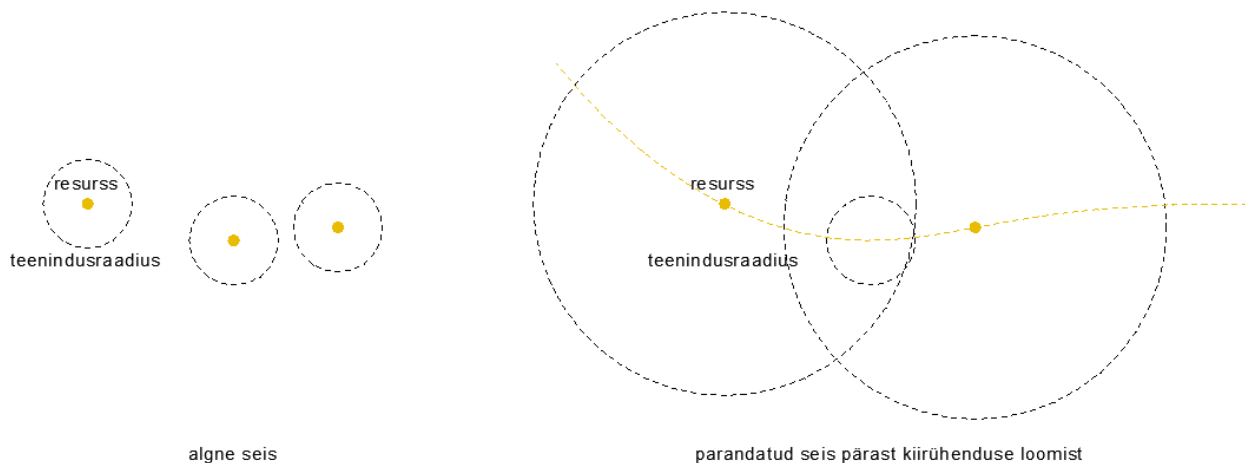


eeldab head läbisaamist ja koostööd naaberriikide vahel.

Sarnaseid otsusi saaks teha lennuliikluses. Tallinna ja Vantaa lennujaamad asuvad piisavalt lähestikku, et neid mõlemaid saaks juhtida riigiülene lennujuhtimiskeskus ja haldusüksus. Selline lähenemine võimaldaks ühtlasemalt jaotada mõlema lennujaama koormust ning vältida uute maandumisrarde ehitust, mis on muul juhul ilmselt vältimatu arvestades lennunduses toimuva liikluse kasvuga, mis ICAO andmetel võib kasvada 2 korda aastaks 2035.

Kiire ja paidlik lennujaamadevaheline transpordiühendus võimaldaks sisuliselt rääkida ühest lennujaamast, mille eri terminalid asuvad Tallinnas, Helsingis, Stockholmis ja võibolla veel mujalgi, ning mille vahel ei toimu keskkonada eriti koormavaid jätkulende, vaid reisijad ja kaup liiguvad kiirusel 1200 km/t saastevabalt.

Sama loogikat võib rakendada paljudes teistes ruumilise planeerimise mudelites ja sotsiaal-majandusliku mõju valdavates otsustes. Kiire regionaalne transpordiühendus ei too mitte ainult geograafilised sihtpunktid lähemale, vaid võimaldab jagamismajanduses kehtivate reeglite rakendamist terve regiooni mastaapsuses alates tarneahelate optimeerimisest ja piletisüsteemide ühtlustamisest kuni asukohapõhise maksusüsteemi kasutuselevõtu ja tihedalt seotud linnade juhtimisstruktuuride ja funktsioonide jagamiseni.



Resursside optimeerimine läbi riskasutuse ja kättesaadavuse parandamise. Autori joonis

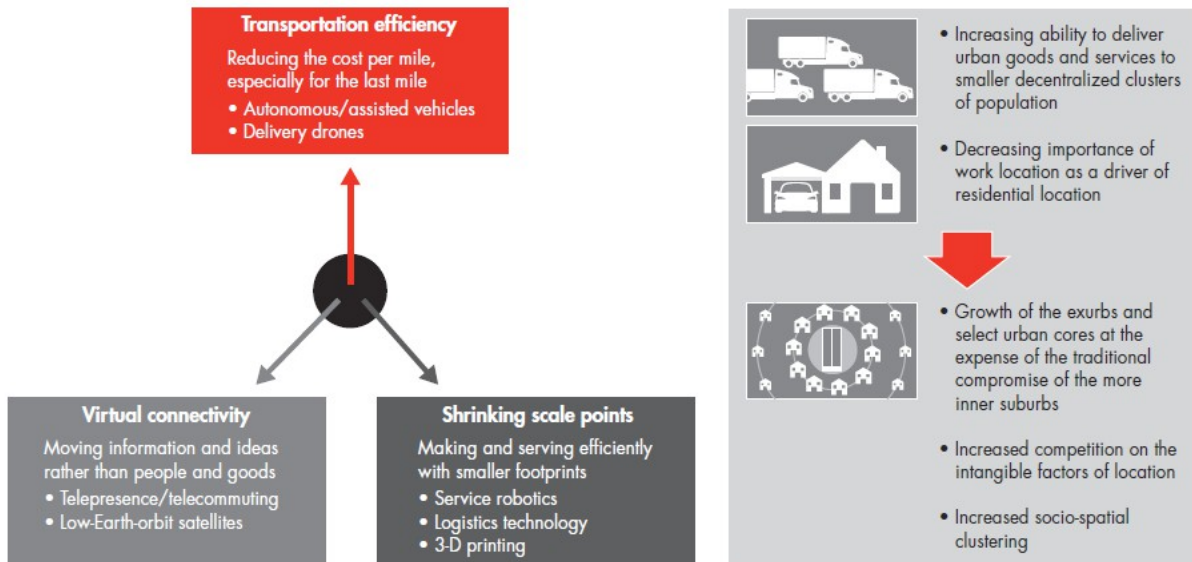
## Post - urbanistlik maastik

Usa konsultantsiooniettevõtte Bain & Company oma raportis SPATIAL ECONOMICS: THE DECLINING COST OF DISTANCE (2016) kirjeldab ruumimajandust läbi vahemaa ületamise hinna globaalse, kõikehõlmava languse.

*„The cost of distance, or spatial economics, is a critical calculation for businesses and individuals*

*Distance can inhibit business growth by making it more expensive to ship a product, for example, or less convenient to visit a store location. To date, the simplest way to reduce the cost of distance has been to use less of it. Cities are monuments to spatial economics—dense urban hubs that minimize the cost of moving raw materials, labor and finished goods.“*

Changing spatial economics



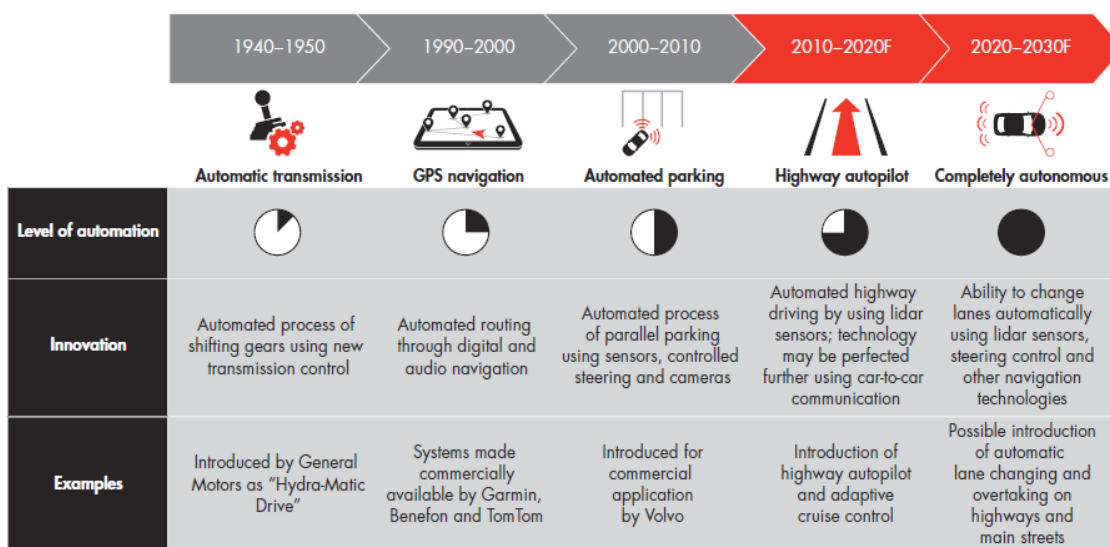
Source: Bain Macro Trends Group analysis, 2016

Allikas: Bain&Company

See fenomen sai alguse 2000-tel, kui infovahetus muutus valdavalt elektrooniliseks ja selle hind sisuliselt langes nulli lähedale. Samasugune üleminek saab väidetavalt toimuda järgmise kümnendi jooksul ka füüsilises maailmas. Elektrijõul liikuvad autod ja robotkullerid suudavad tuua transpordi hinna 75-80% madalamale.

*„A significant change in the cost of distance would prompt millions of economic actors to rethink their strategies and investments, and cause individuals to reassess where they work, live and raise their families. The costs of moving goods, raw materials, people and information—all are declining, with some items already in a steep and rapid descent. Think about the cost of sending an email compared with sending a letter or a telegraph. Package delivery rates could fall by a similar order of magnitude over the next five years, and we expect advances in vehicle automation over the next decade to sharply reduce the cost of moving people.“*

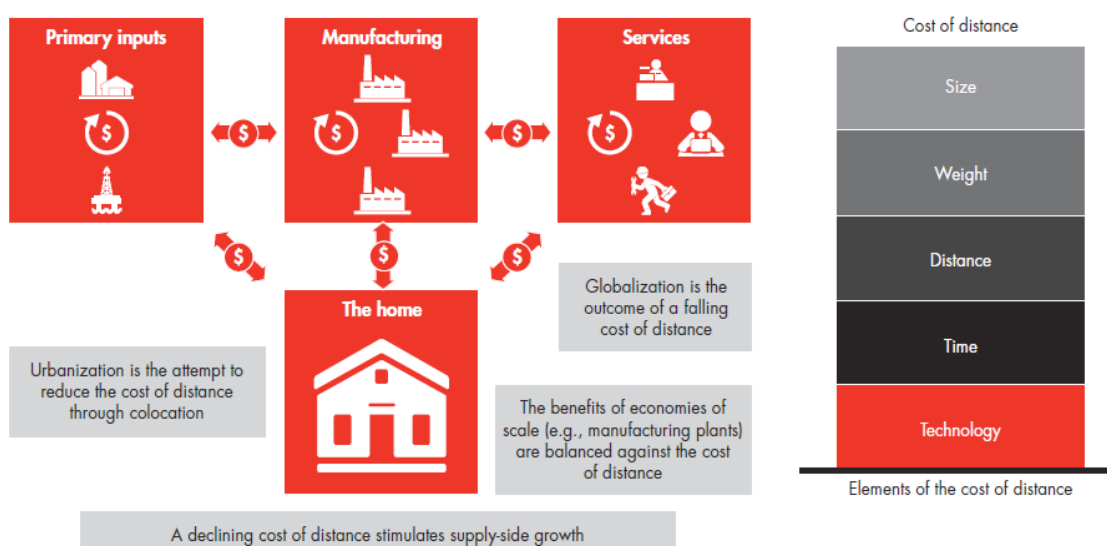
Figure 12: Highway driving may become autonomous by 2020s but full automation not until late 2020s



Sources: MIT Technology Review, February 2015; The Wall Street Journal, January 2015; Mobileye press release, August 2014; Volvo company website; Bain Macro Trends Group analysis, 2016

Allikas: Bain&Company

Samalaadset suutlikkust muuta majandust nähakse ka robotika arengus, mis võimaldab valmistada väiksemamahulsi toote partiisid alates masinate osadest kuni toiduni kasutades 3D-printimise tehnoloogiaid. Sellisel juhul langeb vajadus suurte ladude järele, mida asendavad hoopis väiksemad laiali hajutatud pakiautomaadid, väljastupunktid ja merekonteineri suurused tootmisühikud.



Source: Bain Macro Trends Group analysis, 2016

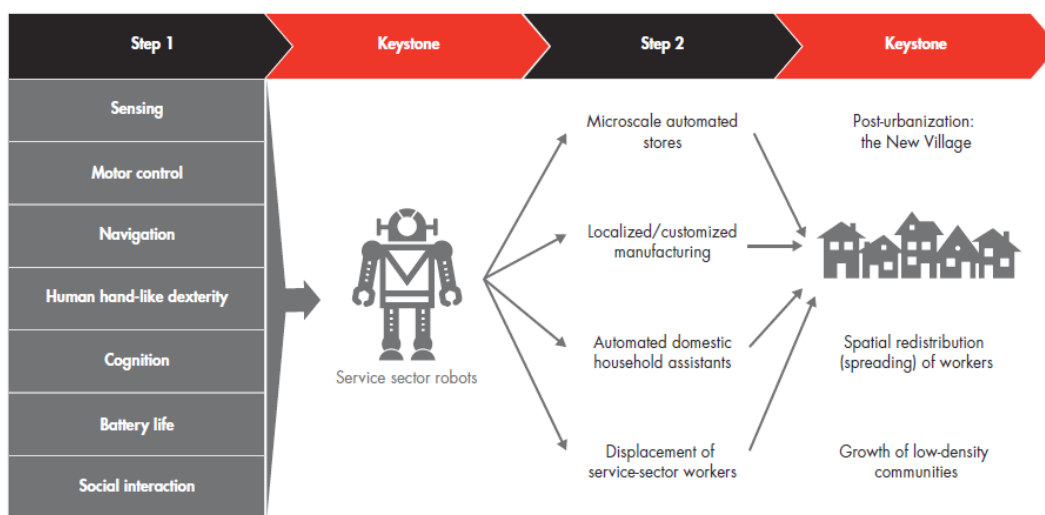
Allikas: Bain&Company

„At the same time, many cost-based constraints on businesses will diminish, creating new opportunities. Advances in technologies such as robotics and 3-D printing will allow companies to run small, efficient manufacturing units closer to the customer, tailoring products more quickly to evolving local tastes. Alternatively, firms may outsource the final production of goods to neighborhood 3-D printers. As they embrace these technologies, companies will become less dependent on concentrated workforces to optimize production.“

Lisaks sellele näeme juba mõnda aega kuidas töökohad muutuvad üha autonoomsemaks. Paljud töötajad teevad kaugtööd oma kodust või hoopis pikemal reisil olles. Muutumas on ka tööjõuturg. Paljudes sektorites tööjõud asendub kapitaliga, mis on suutelinelooma innovatsiooni kaasates hoopis väiksemaid inimresursse. Selles kontekstis asukoha väärtus muutub vastavalt sellele, kus inimene soovib olla, mitte sellele kus ta peab olema.

„In a post-urban economy, it will be even less important to live within commuting distance of an office building, or to relocate for a job. Instead, people will choose where to live based on lifestyle characteristics and amenities, such as good weather, a vibrant social and cultural scene, proximity to recreational activities or extended family. Our research shows the declining cost of distance has the potential to trigger a major lifestyle shift away from city centers, similar in scope and impact to the US suburban exodus between 1950 and 1980.“

Figure 17: As technologies combine, spatial economics will progress through a series of keystone developments



Source: Bain Macro Trends Group analysis, 2016

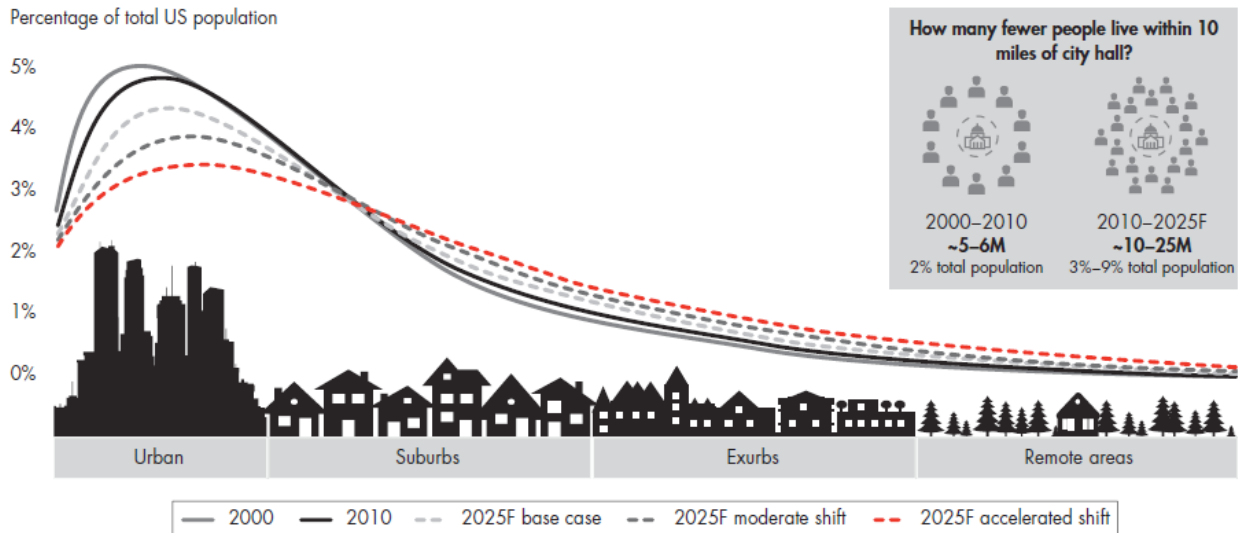
Allikas: Bain&Company

„Cities and suburbs will have to contend not only with more attractive exurban and rural developments outside the traditional commuter belts, but also with other cities offering better quality of living. Some urban features are fixed, like climate and natural geography. But other features can be shaped by development initiatives and policy, including civic arts and culture, universities and centers of intellectual capital development, and government regulations and tax policy. These features may become the basis on which cities compete.“

Kuna inimene üldjuhul eelistab hõredamat ja looduslähedast keskkonda, siis vahemaa hinda alla toovad innovatsioonid viivad paratamatult valglinnastumise järgmise laineni. Kuid siis suurlinnad on

sunnitud konkureerima mitte ainult linnapiirile tekkivate uusarendustega, vaid samuti kaugemal olevate väikelinnadega ja äärealadega, kuhu kolinud inimesed on endiselt seotud oma endise elupaigaga, samal ajal olles selles suhteliselt sõltumatud.

*Figure 18:* By 2025, the US population living within 0–10 miles of a city hall may fall by around 10–25 million people vs. 2010



\*As defined by the US Census Bureau, for each metropolitan statistical area (MSA), city hall for the largest city has been used as a proxy for the area's central business district. Chart shows US Census data for 366 MSAs, about 85% of US population  
 †Increase in spatial dispersion for an MSA has been calculated as share of total MSA population staying within 0–10 miles of a city hall in 2000 minus that in 2010  
 ‡2010 population equivalent is the distribution of population if the total population in a given year were the same as 2010, excluding the effect of birth rates, death rates and migration  
 Sources: US Census Bureau; Bain Macro Trends Group analysis, 2016

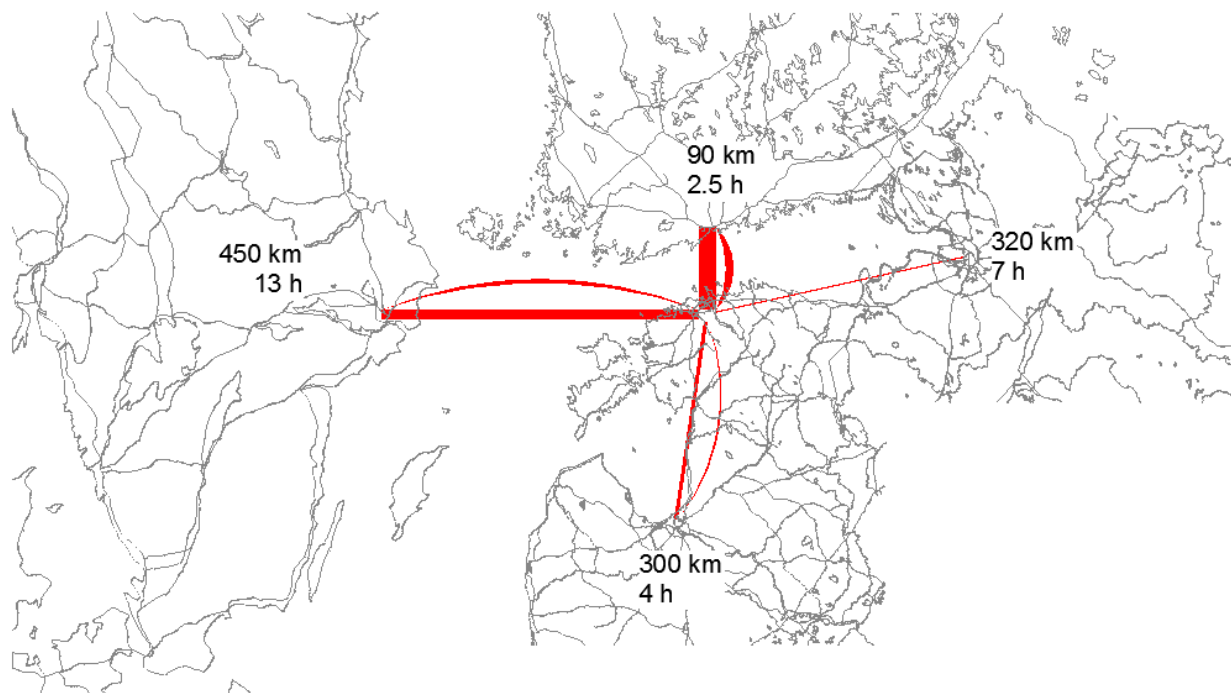
## II PROJEKT

### Projekti ulatuse defineerimine

Käesoleval magistritöö projektil ei ole selgelt eristatavaid piire, kuid kuna arhitektuurses projektis “asendiplaan” on siiski vajalik, siis tinglikult võib kokku leppida, et geograafilises mõistes on see piiritletud Läänemere põhjaossa kuuluvate aladega. Projekti eesmärk laiemalt on uurida *Hyperloop*’i laadse transpordisüsteemi võimalusi selles topograafiliselt killustatud regioonis, selle mõju nii sotsiaalmajanduslikust kui linnaehituslikust aspektist

### Läänemere põhjaosa “Superlinnastu” - mis see on?

Läänemere põhjaosa riike on mõistlik liigitada kolmeks omaette grupiks nende geograafiline, sotsiaalmajanduliku, poliitilise ja kultuurilise kuuluvuse järgi. Need kolm on Skandinaavia idapoolse osa riigid Soome ja Rootsi, Baltimaade gruppi kuuluvad Eesti, Läti ja Leedu ning paljudes mõttes eraldiolev Peterburi regioon. Kuigi geomeetriliselt on tegu väga kompaktses alaga mida Euroopa skaalas teeb eriliseks sellesse kuuluvate riikide pealinnade eriti tihe asetus, siis Läänemeri teeb regioonisisese kommunikatsiooni üsna aeganõudvaks ja energiakulukaks. Maismaa transpordikoridorid, mis ühendavad Eestist ja Soomet Venemaaga on leidnud piiratud kasutuse. Valdav osa regioonisiseseid transpordiühendusi on üles ehitatud aeglasele ja ilmastikuoludest sõltuvale meretranspordile. Piiratud kasutust leiab ka lennutransport, millest lõviosa on jätkulennud.



Põhiliste transpordiühenduste intensiivsus Läänemere Põhjaosa regioonis. Autori joonis

**St. Peterburg**

2019: 5.4 mln  
2030: 5.63 mln

**Stockholm**

2019: 1 608 037  
2030: 1 813 590

**Helsingi**

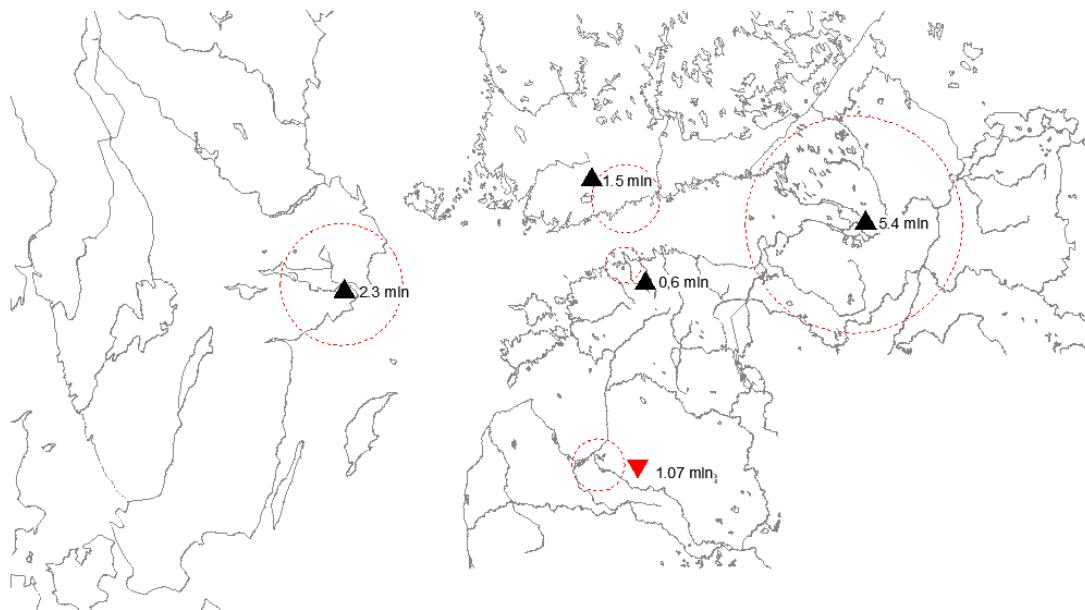
2019: 1 292 232  
2030: 1 386 036

**Riia**

2019: 633 820  
2030: 601 972

**Tallinn**

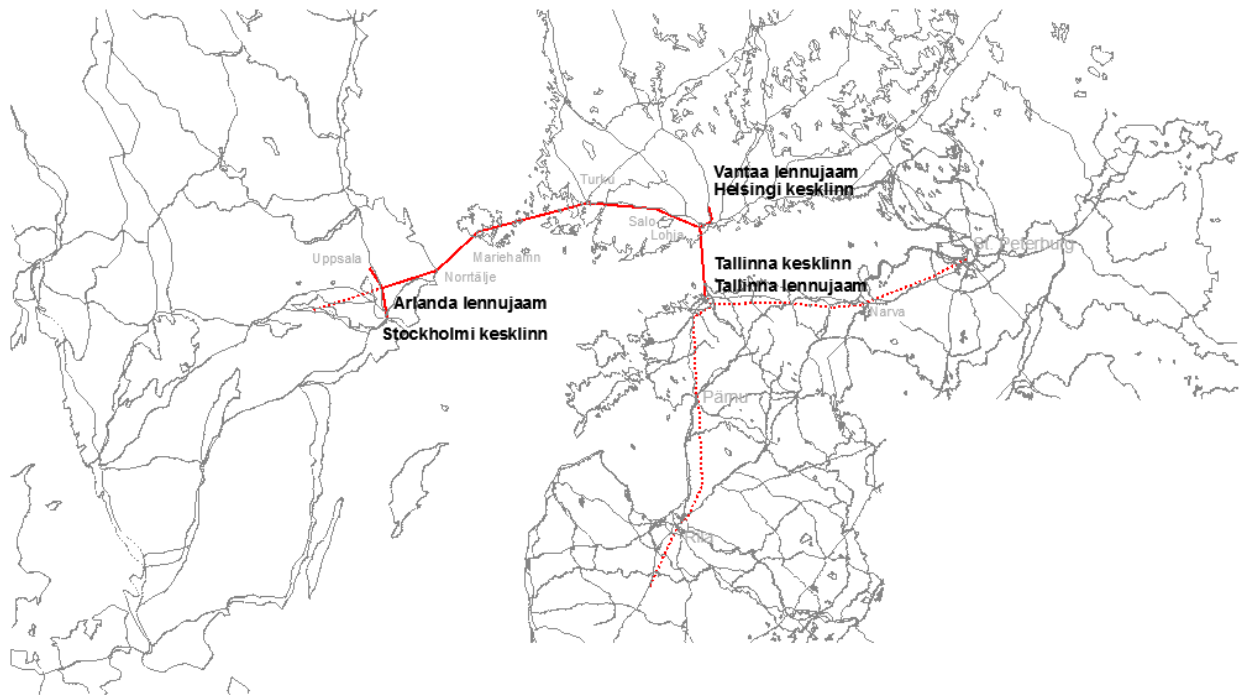
2019: 598 952  
2030: 648 978



Kasvavad ja kahanevad linnad. Autori joonis

Skandinaavia riigid on Euroopa kõrgeima elatustasemega regioon, mis praktikas tähendab ka positiivset iivet. Tõenäoline, et tulevikus, kui kliima muutumisest tingitud migratsioon veelgi intensiivistub, ei tunta siin regioonis inimestest puudust.

Magistritöös pakutava *Hyperloop*’i püsiühenduse keskmes on Tallinn-Helsingi-Stockholm lõik, millele võib tulevikus lisanduda ka teisi regioonis olevaid linnu ja regioone, nagu Riia ja Peterburg. Tallinn-Helsingi-Stockholm *Hyperloop* lõik on mõeldav kasutades valdavalt tunneli rajamise tehnoloogiaid, seda kõigepealt tihedalt asustatud kesklinnades ja ka mere põhjas. Hajaasustatud aladel on mõistlikum kasutada püloonidel lahendust, mille kilomeetri hind võib olla maa-alusest tunnelist kuni 20 korda soodsam (*FS Links Pre-feasibility study Stockholm –Helsinki using HyperloopOne technology*).

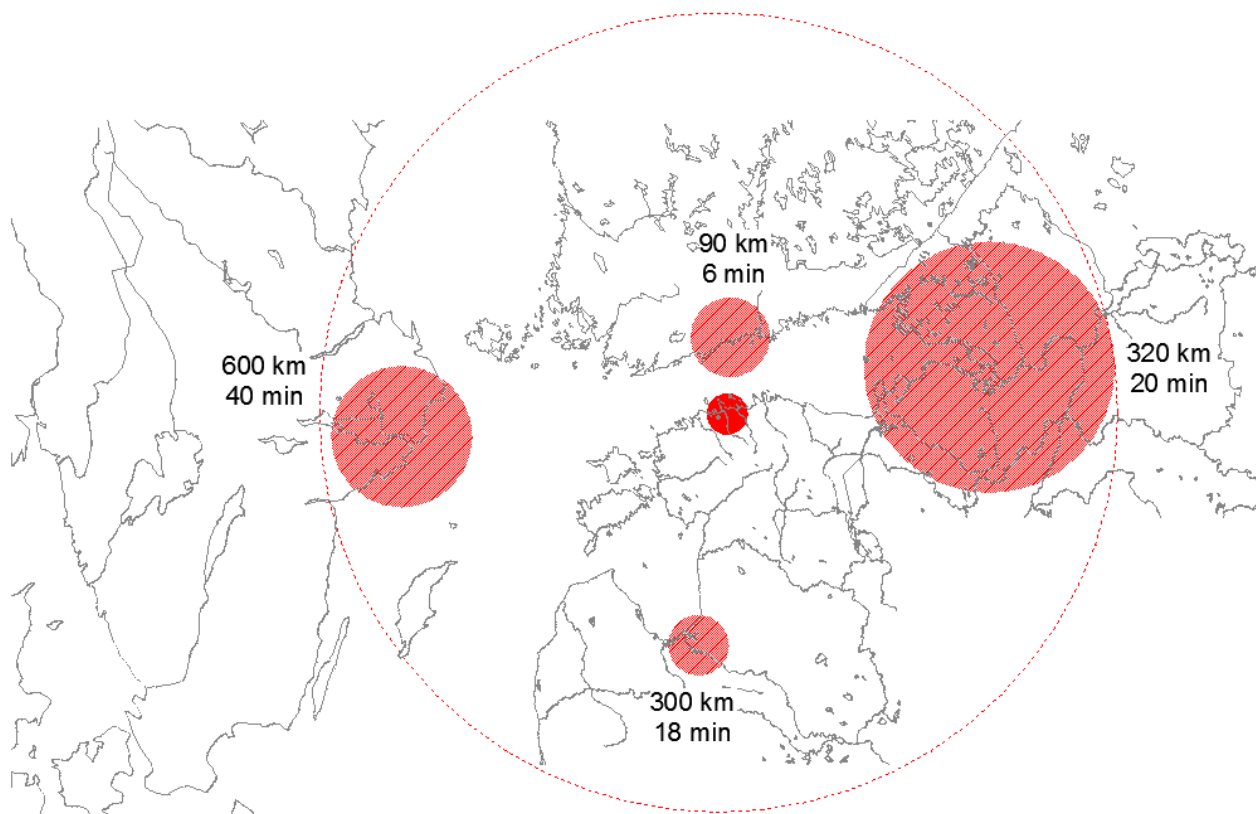


Võimalik Hyperloop püsiühenduste võrgustik. Autori joonis

Välkkiire ja paindlik transpordisüsteem sisuliselt muudaks ühenduses olevad regioonid üheks suureks Superregiooniks, ja otseühenduses olevad linnad üheks Superlinnaks, seda tänu igapäevast pendelrännet võimaldavale kiirusele ja eeldatavasti madalale pileti hinnale. Sellise plaani realiseerumine paneks Eestit ühtäkki sotsiaal-majanduslikult edukaima regiooni keskmale ning avaks loetlematuid võimalusi paljudes valdkondades.

Autor püüab keskenduda ruumilise planeerimise olulistele aspektidele, ehk sellele kuidas autud olukord võib mõjutada Tallinna linnaruumi, selle arengut ja kvaliteete.





Läänemere Põhjaosa Superlinnastu kiirusel 1200 km/t. Autori joonis

## Tallinna kasvu strateegia

Peale pikemat seisakut ja kohati isegi kahanemist on Tallinna elanikkond selgel kasvutrendil. Aastane elanikkonna juurdekasv on olnud viimastel aastatel neli kuni viis tuhat. Tegelik juurdekasv on veel suurem, kuna osa elanikest kolib Tallinna halduspiirist väljapoole lähedal asuvatesse valdadesse, samas jäävad need väljakolijad linnaruumi aktiivseteks kasutajateks.

Väga tõenäoline, et Tallinna (ka Harjumaa) elanike arv järgnevatel aastakümnetel jätkab kasvamist. Olen arvestanud nii öelda positiivse stsenaariumiga, mille puhul juurdekasv tuleb mitmest allikast, ehk tingituna sisserändest ja loomulikust juurdekasvust. Ei saa välistada, et kliimamuutuste survele tuleb Eestisse suur hulk inimesi just globaalsest soojenemisest räsitud regioonidest. Nende inimeste mahutamiseks ja jätkusuutliku linnaarengu pikaajaliseks tagamiseks tuleks välja töötada vastav strateegia.

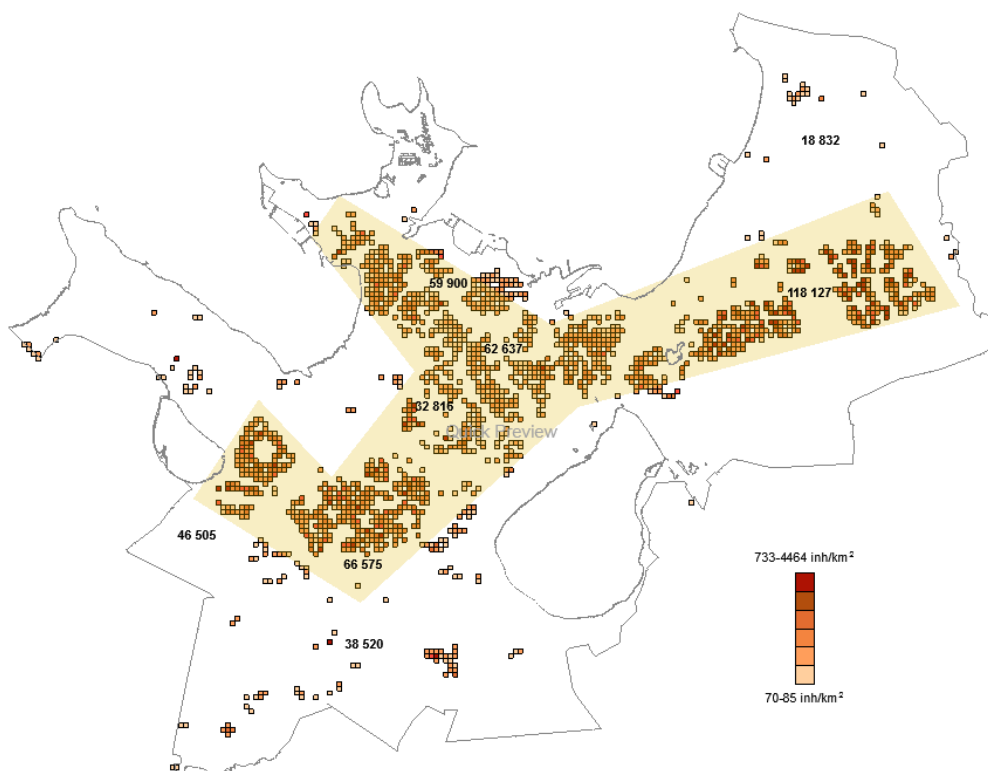
**Selle strateegia üheks selgeks eesmärgiks võiks olla elukeskkonna parandamine sel määral, mis oluliselt pidurdaks valginnastumist.**

**Teiseks, tuleks luua sidus linnaarengu mudel, mis arvestab linna elanikkonna kahekordistamisega järgneva 50 aasta perioodil. Selline arvuliselt julge prognoos aitab ehitada jätkusuutliku otsustumatriksi ning teadlikult suunata ajas kestvaid protsesse.**

Kolmandaks, tagamaks linna energiatõhusat toimimist ja kliimanetraalsuse eesmärkide saavutamist, ehitada välja kaasaegne ühistranspordivõrgustik.

## Elanikkond

Vaadates Tallinna linna halduspiiri sisse jääva ala elanike paiknemise seisukohalt, võib avastada, et tihedalt asustatud alad moodustavad üsna kompaktsed osa kogu linna territooriumilt. Skeemilt jäävad puudu ühepereelamutega hoonestatud alad nagu Nõmme ja Piritas, kuna nende piirkondade elanikkonna tihedus jääb alla 70 inimese km<sup>2</sup> kohta. Tihedalt asustatud alad on üsna selge välispiiriga, samas kuna tiheduste jagunemine piiri siseselt on väga suure kõikumisega, siis siit on näha olulist linna tihendamise potentsiaali.



Elanikkonna paiknemine ja tihedus Tallinnas. Autori joonis

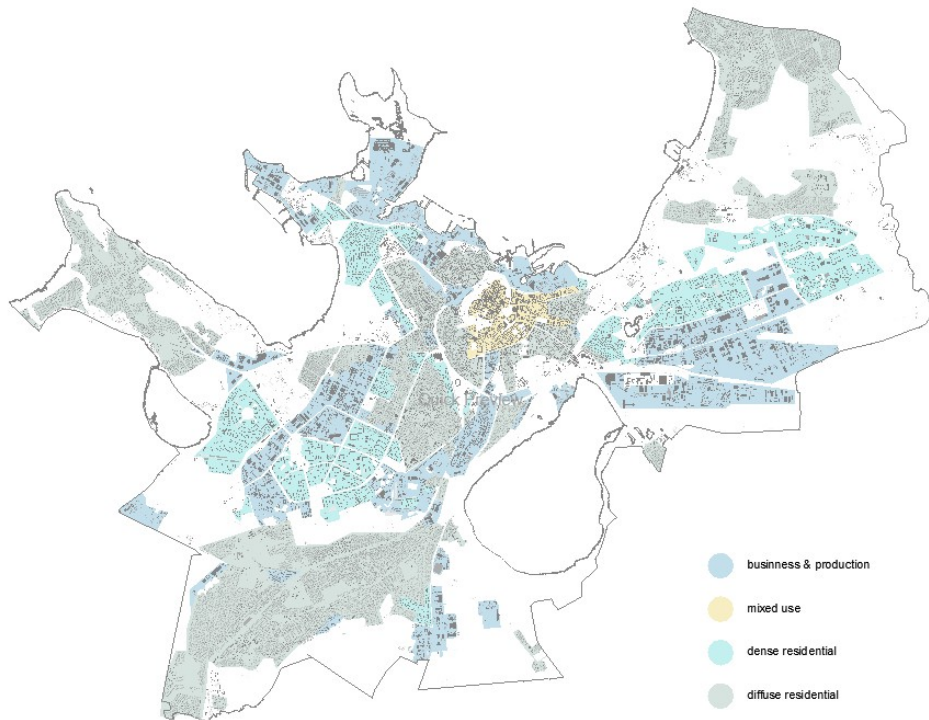
## Linna struktuur

Tallinna linnamaastiku iseloomustab suhteliselt selge ülesehitus, milles kajastub eri ajastutel toimunud areng. Iga linnaosa või linnapiirkond on jõudnud oma elukaare teatud punktini, mis iseloomustab piirkonda läbi selle edasise arenguvõime.

Üks võimalik jaotus võib välja näha selline:

- XIX.s. Tootmisalad (Noblessneri sadam, Vanasadam jne.)
- XX.s. Tootmisalad (Bekkeri sadam, Kopli poolsaare sadam, Paljassaare sadam, Mustamäe tee ja Tammsaare tee vaheline ala, Sõjamäe jne.)
- XIX.s. Elamualad (Kalamaja, Kadriorg jne.)
- XX.s. Korruselamualad (Mustamäe, Õismäe, Lasnamäe, Pelgulinn, Põhja-Tallinn jne.)
- XX.s.-XXI.s. Üksikelamualad (Nõmme, Maarjamäe, Kose, Kristiine, Kakumäe, Pirita jne.)
- segahoonestusega alad (Kesklinn, Vanalinn)

Lisaks nendele tüüpaladele on mõistlik eristada spetsiifilisi alasid nagu Tallinna tehnikaülikooli linnak, Tallinna lennujaam, Paljassaare hoiuala, Vao paekarjäär jne.



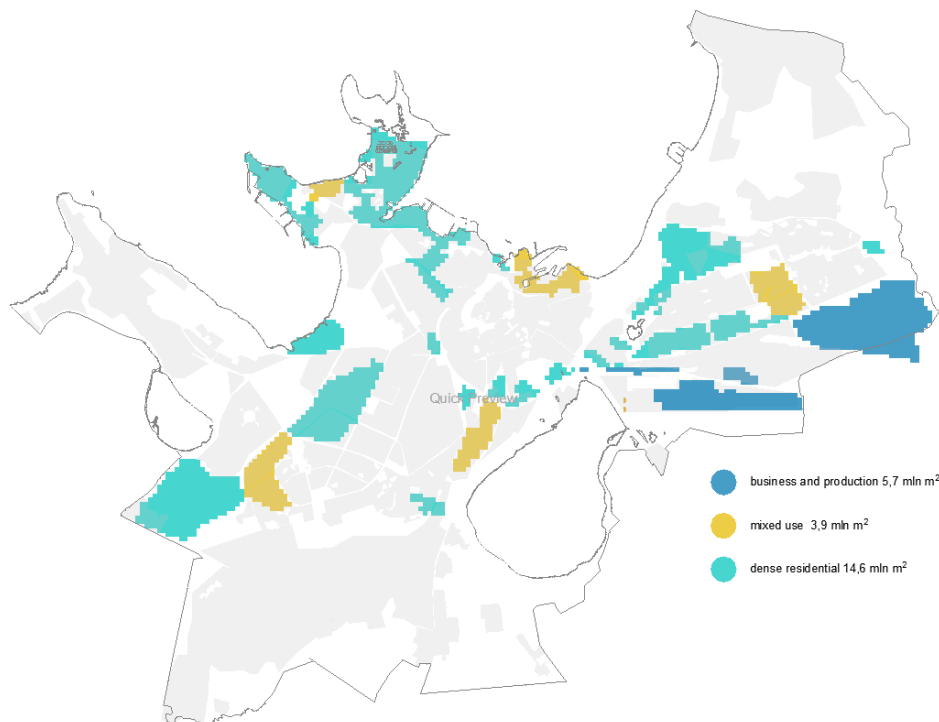
Tallinna linna funktsionaalsed alad. Autori joonis

## Urbanistliku arengu alad

Linnaarengu strateegia kujundamisel on oluline aru saada milline on linna eri piirkondade potentsiaal ja võime muutuda.

On olemas piirkondi, mille edasine linnaehituslik areng on üsna piiratud, need on näiteks tihedalt hoonestatud kaitsealune Vanalinn ja valdavalt väikeomanike kätes olevad üksikelamute piirkonnad; teised piirkonnad on aga väga suure linnaehitusliku potentsiaaliga. Sellised piirkonnad on näiteks Kopli

kaubajaama piirkond, Vanasadama piirkond, Kopli ja Paljassaare poolsaared, kuhu on võimalik rajada maksimaalselt ehitatavat pinda. Omaette territoorium on Vao paekarjääri ala, mille tulevik ei ole veel otsustatud, kuid mis tõenäoliselt hakkab mängima olulist rolli Tallinna uueneva struktuuri kujundamisel, seda ennekõike perspektiivse tööstuspiirkonnana.



Tallinna linnaarengu perspektiivikamad piirkonnad. Autori joonis

## Eesmärgid

Hea ja konkurentsivõimelise keskkonna vaieldamatuks määrajaks on mitmekesine linnaruum, sealhulgas kvaliteetne, tugeva identiteediga tänavaruum. Seda on võimalik saavutada rakendades üheaegselt mitu meetet.

1. Efektive ühistransport
2. Saastevaba keskkond
3. Optimaalse tihedusega hoonestus
4. Kättesaadavad teenused, s.h. haridus ja meditsiin
5. Kättesaadavad rekreatsiooni võimalused

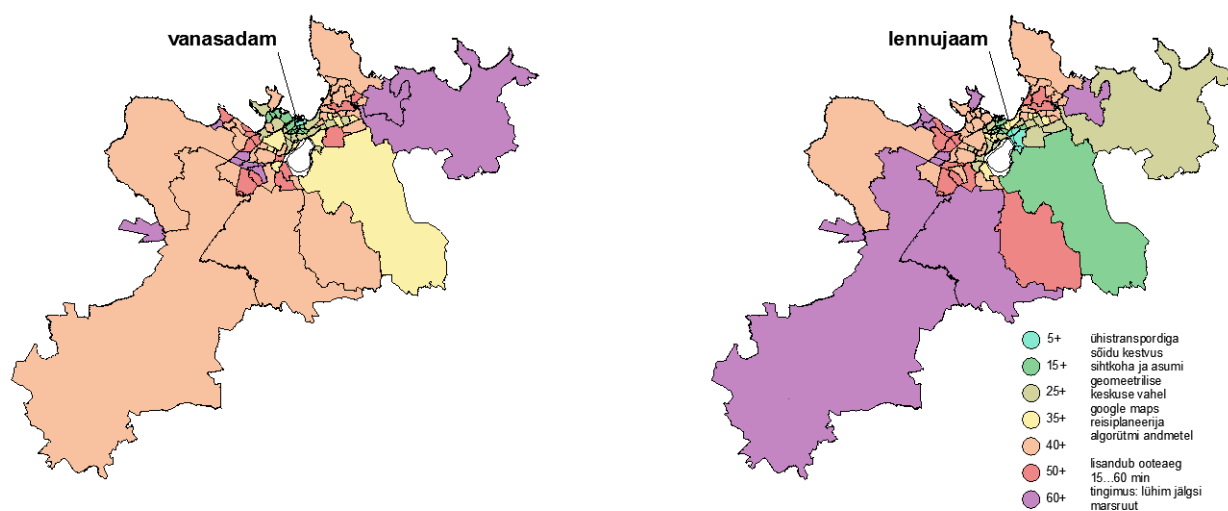
## Transpordivõrgustik ja superlinnastu koostoime

Keeruline organism, olgu see bioloogiline, küberneetiline, sotsiaal-majanduslik või muu päriotoluga, saab õnnestuda vaid siis, kui selle organismi moodustavad osad on efektiivselt seotud. Siis toimub ainevahetus, edastatakse vajalikud impulsid, teostatakse kontroll organismi moodustavate osade üle, suunatakse energia ning töödeldakse ja eemaldatakse mittevajalik. Autor on seisukohjal, et Superlinnastu toimimine kindlustades jätkusuutliku arengu eesmärgi on võimalik tagada üksnes siis, kui selle eri regioone ühendav võrgustik kõige laiemas mõttes on ühtlustatud, ehk võimaldab käivitada vajalikud toimingud vajaduspõhiselt, sünkroonselt ja kokkulepitud raamistikus.

Kiirtranspordivõrgustik kui Superlinnastu spetsiifiline osa, olgu see *Hyperloop* või mingi muu tehniline meede, saab olla efektiivne kui lepitakse kokku paljudes teistes aspektides, samal ajal jättes ruumi isetekkeliste protsesside ja fenomenide kaskaadile.

## Kohaliku transpordivõrgu kaasajastamine

Tallinna ühistranspordivõrgustik tugineb aastakümned tagasi valminud lahendustele (raudtee, trammiliinid) ja seetõttu ei suuda vastu panna paindlikumale isiklikule transpordile. Tulemuseks on sundolukord, kus Ühtekuuluvusfondi ja linna investeeringud suunatakse autoteede laiendamisse ja mitmetasandiliste ristmike ehitusse. Ühistransport jääb selle juures pigem hädaolukorra lahenduseks, mille kasutamisel tuleb varuda oluliselt rohkem aega.

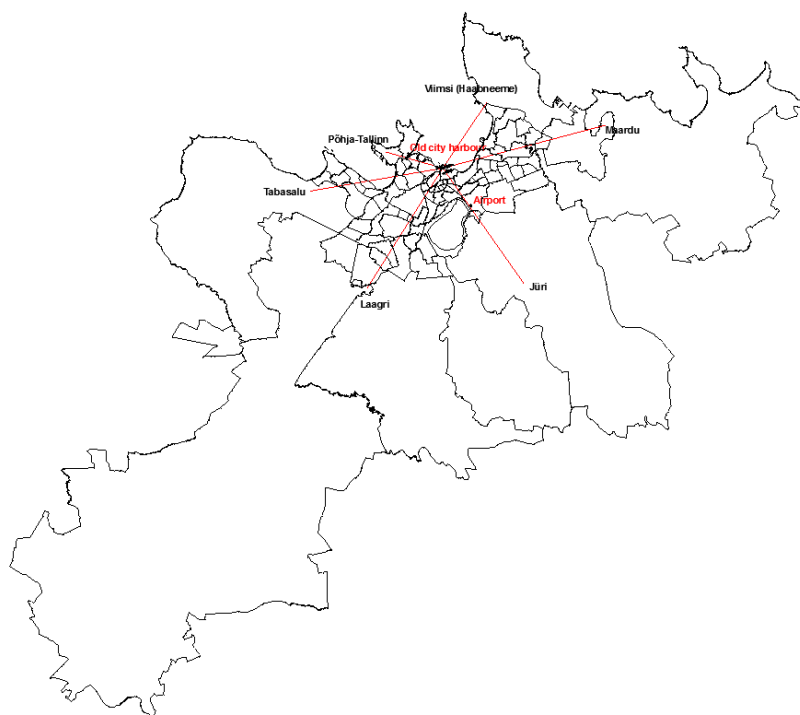


Vanasadama ja lennujaama ligipääsetavus ühistranspordiga. Autori joonis

Tallinna ühistransport, mis on kindlasti jätkusuutlikuma linnaarengu üks põhikomponente, vajab jõuliseid otsusi, mis on võimelised muuta seda atraktiivseks. Üheks selliseks arengusuunaks võiks olla n.ö. “kahekümne minuti eesmärk”, ehk strateegia, mis võimaldab transpordiühendust kesklinna ja teise mis tahes ühistranspordi peatuse vahel vähem kui poole tunniga.

Miks just alla poole tundi? Uuringute kohaselt, nõustub inimene igapäevaselt reisida kodu ja töökoha vahel siis, kui üksikreisi kestvus jääb alla 40 minuti. Teatud tingimustes võib reis kesta ka kauem, näiteks juhul kui inimene saab reisi ajal teha tööd või kui 40 minutist pikemaid reise saab ette võtta 2-3 korda nädalas ülejäänud nädalapäevadel tehes kaugtööd.

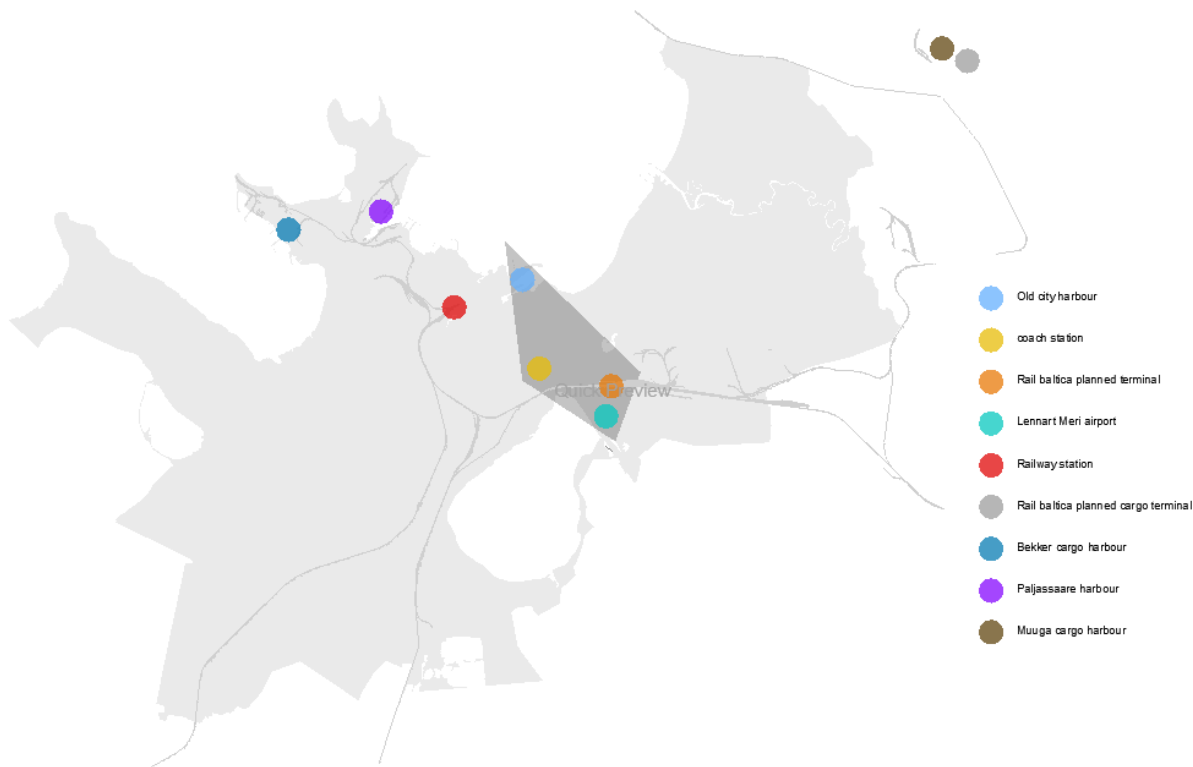
Kui tahame Läänemere Põhjaosa superlinnastu käima saada, siis tuleb alustada kohalike transpordiühenduste moderniseerimisest, mis peale Tallinn-Helsinki-Stockholm (Riia-Peterburi) *Hyperloop* võrgustiku valmimist aitavad säästa igapäeva pendelrändele kulutatud aega.



“Kahekümne minuti eesmärk”. Autori joonis

“Kahekümne minuti eesmärgi” saavutamise strateegia võtmekomponendiks võib olla eri transpordiliikide hea ühilduvus. Tallinna olemasolevad ja planeeritud põhiliste nelja

ühistranspordiliigi terminalid asetuvad kompaktsel alal, mis jääb Linnahalli ja Lennujaama vahele. Neist kolme ühendav trammiliin teeb sisuliselt töö ära, kui unustada sellega kaasnevat ajakulu ja ebamugavust. Kaasaegsem ühendus, nt. kiirtrammi või iseliikuva *Light Rail* tüüpi rööbastranspordi näol, võiks kaasa aidata ruumis hajutatud multimodaalse transpordiretinali tekkele.

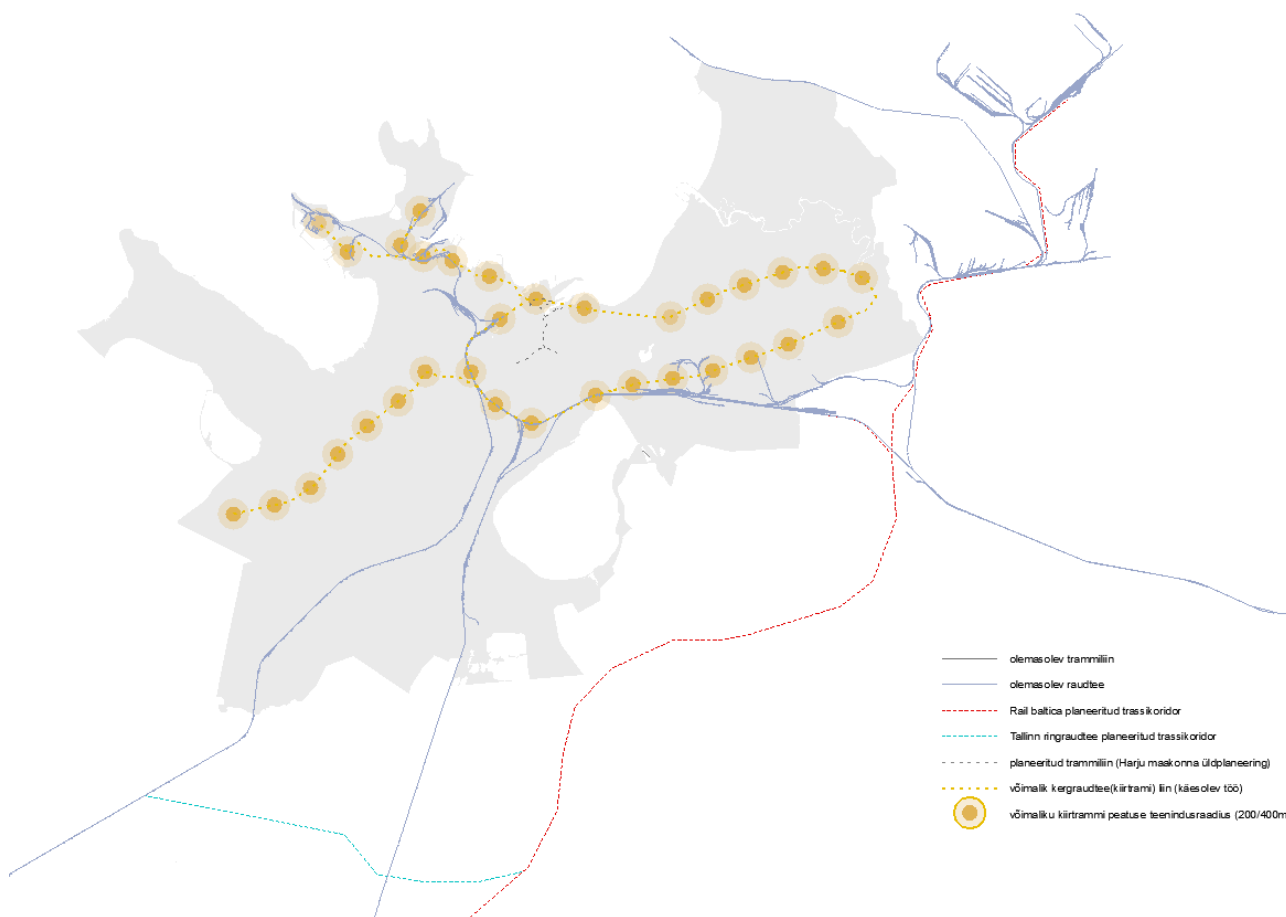


Strateegilised sõlmpunktid. Autori joonis

Uue *Light Rail* tüüpi rööbastranspordiliini kulgemine võiks olla projitseeritud Tallinna suurima linnaehitusliku potentsiaaliga aladele, tõstes nende atraktiivsuse ja seeläbi suunates investeringud kooskõlas ruumilise arenguplaaniga. Samuti on lähtutud seisukohast, et see võiks kulgeda võimalikult kompaktsel alal, kusjuures ühendades ka kõiki põhilisi transpordisõlmi. Selliselt on võimalik tõsta kesklinna ligipääsetavust ja seeläbi atraktiivsust nii linnasiseselt kui terve Harju maakonna mastaabis.

Ilmselge, et soovitud 100-150 km/t kiiruse saavutamine eeldab rööbastranspordiliini täielikku eraldatust muust liiklusest. Enamikel juhtudel on see saavutatav, kuna pakutav trassikoridor saab kulgeda tähaseks hoonestamata või oluliselt ümberehitatavatel aladel.

Olulise lõigu on võimalik paigutada ka raudtee koridori, alates Sikupilli ristmikust kuni Balti Raudteejaamani. Samuti selge, et kesklinna tihedas keskkonnas on vajalik rakendada muud meetmed, kui äärealadel. Kõne alla tuleb maa-alune tunnel, mis saab alguse Balti Raudteejaamas ning kulgeb kaarekujulise joonena Linnahalli eest jõudes tagasi maapinnale Reidi tee idapoolses otsas. Maa-aluse lõigu pikkuseks sel juhul saab umbes 3 km.



Tallinna ja lähialade olemasolevad ja visioneeritud rööbastranspordi võrgustikud. Autori joonis

## Hyperloop`i võrgustik

*Hyperloop* regionaalvõrgustiku rajamise otsuse üheks oluliseks määrajaks on selle tasuvus kõige laiemas mõttes alates heitmete bilansiga seotud kasumlikust ja otsesest majanduslikust tasuvusest kuni üldise sotsiaal-majandusliku (positiivse) mõjuni (*wider economic benefits*).

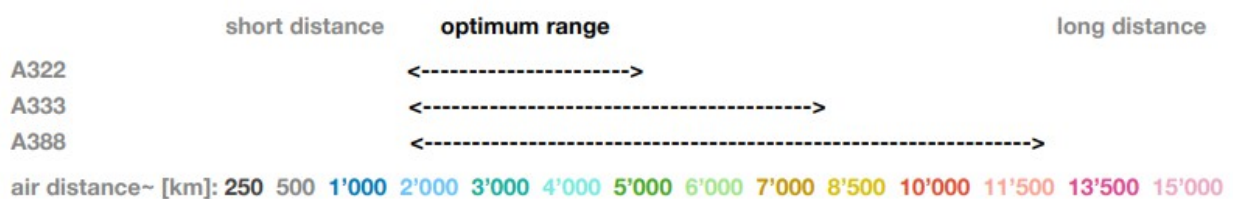
Tõenäoliselt suurima võimaliku efekti saavutamiseks ei tohiks olla *Hyperloop* omaette süsteem, vaid seda tuleks integreerida võimalikult paljudesse olemasolevatesse võrgustikulaadsetesse süsteemidesse.



## Lennujaamade ühendamine

Üheks *Hyperloop* regionaalvõrgustiku kavandamise eesmärgiks võiks olla heitmete vähendamine ja suurema paindlikkuse tagamine lennundussektoris, mis oleks saavutatav läbi regioonis asuvate tähtsaimate lennujaamade ühendamise.

Kuigi Tallinna lennujaama tähtsus on viimastel aastatel võimsalt kasvanud, ei ole ta siiani suutnud konkureerida suuremate lennujaamadega Riias, Helsingis ja Stockholmis. Suur osa lende mida teenindab Tallinna lennujaam on tegelikult jätkulennud nendesse suurtesse *hub*-idesse, kust edasi minnakse juba suurema lekkukiga kaugemale. Jätkulennud on olulise keskkonnareostuse allikaks, kuna õhkutõusule kuuluva kütuse osakaal lühematel lendudel on eriti suur ning kütuse põletamisprotsess on ebaefektiivne. Enamus jätkulende mida teenindab Tallinna lennujaam on vahemikus 100 kuni 400 km.



*The optimum range is between ~ 2'000 km and 5'000 km for A322, 7'000 km for A333 and 12'000 km for A388. For shorter or longer distances, operation is less efficient because of fuel burnt for climb and the trade-off between fuel, payload and distance due to limitations of aircraft structure*

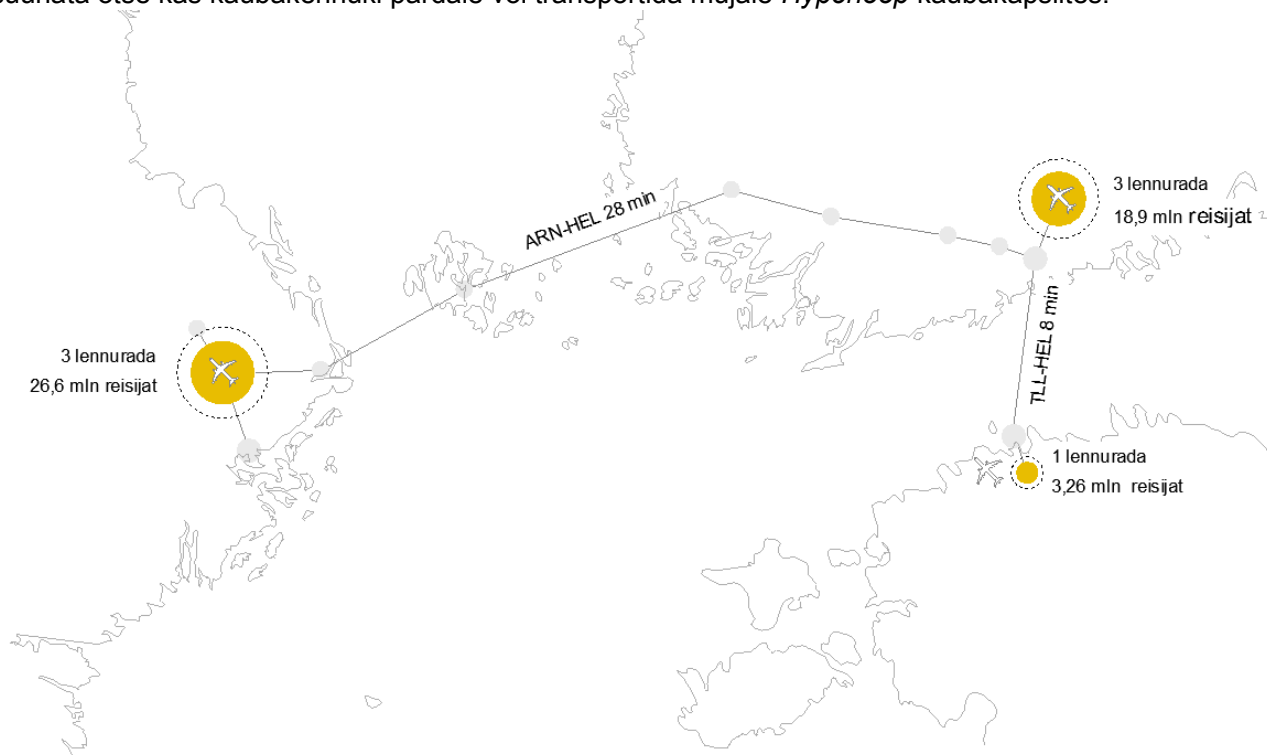
*Fuel Economy as Function of Weight and Distance  
Rolf Steinegger Dipl. Bau.-Ing ETH SIA SVI EMBE, Zürcher Fachhochschule*

Võttes arvesse *Hyperloop* kiirust ja paidlikkust on põhjust arvata et loodav võrgustik võiks toimida nii öelda lennujaamadevahelise ühendusena, kujundades regioonis olevad lennujaamad ümber sisuliselt üheks lennujaamaks, mille eri terminalid asuksid naaberriikides. Selline terminalide paigutuskeem võimaldabki vältida jätkulende, kuna kõik reisijad saavad liikuda terminalide vahel *Hyperloop*'i vahendusel.

Teatud sõltumatus on võimalik saavutada ka ilmaolude suhtes, seda näiteks juhul kui üks terminal ei ole võimeline lende vastu võtta. Lende võib ümber suunata ka teatud terminali hetkekoormuse vähendamiseks. Selline optimeerimise strateegia võib tulla kasuks kui tuleb otsustada terminali laiendamist või uue lennuraja ehitamist. Lennuradade ehitamine eeldab pikaajalist planeerimist ja maaomandi küsimuste lahendamist, lisaks on keskkonnale koormav, seda nii heitmete, pinnasevee režiimi kui müra osas. Autori hinnangul *Hyperloop*'i ühendus võimaldaks oluliselt tõsta lennujaamade paindlikkust ning kasutada efektiivsemalt juba olevat infrastruktuuri, seeläbi aidates vältida lennujaamade laiendamist.

Samu põhimõtteid silmas pidades on võimalik optimeerida ka lennukauba transporti regioonis. Lennukiga saabuv/väljuv kaup suunatakse eri lennujaamade kaubaterminalide vahel seeläbi vähendades lennuliiklusega kaasnevat saastet ning kujundades optimaalsemaks tarneahelaid. Kuna

lennujaamad asuvad enamasti kas linnapiiril (Tallinnas) või omaette linnakus (Vantaa), siis kaubaterminalide juurde väikeste kuludega oleks võimalik liita nn. targad tootmisklastrid. Tootmisklastrile toodetav suure lisandväärtusega (ja kiiret tarbend nõudev) kaup oleks võimalik suunata otse kas kaubakennuki pardale või transportida mujale *Hyperloop* kaubakapslites.



"Superlennujaama" terminalid *Hyperloop* kiirühendusega. Autori joonis

## Mis võib valesti minna?

Tehnoloogilisest aspektist vaadatuna 10-20 aasta perspektiivis ilmselt muutuvad lennujaamad keskkonnamõju suhtes neutraalsemaks tänu uut tüüpi lennukitele ja lennujuhtimissüsteemidele ning seetõttu saavad linnaruumi eri funktsioonid lennujaama kudest tihedamalt läbi kasvada. Näen *Hyperloop*'i selle protsessi loomuliku osana, mis toob inimesed lennujaamale lähemale.

Olulise keskkonnasäästu juures tasub muidugi mõelda ka sellest, kuidas selline kiirühendus mõjutaks Tallinna lennujaama, mis on regioonis asuvatest kõige väiksem. Kas Tallinna lennujaama reisiterminali hääbumise risk on suur või vastupidi tooks *Hyperloop* reisijaid siia juurde? Kas Tallinna lennujaam muutuks aja möödumisel hoopis superlennujaama üheks näotuks kaubaterminaliks? Kas lennujaamaga seotud ärid kannatavad või saavad kasu? Hetkel vastused nendele küsimustele puuduvad. Kindlasti on võimalikud otsused mis soosivad superlennujaama arenguid ühes või teises suunas, ja need otsused saaksid sündida ilmselt valitsuste kokkulepete tasemel.

## Kesklinnade ühendamine

Kaasaegne hästi toimiv linnakese on suurima tiheduse ja funktsioonide tihedusega piirkond, mis on teiste linnaosadega heas ühenduses. Kesklinna olulisematest kvaliteetidest on kindlasti käidav tänavaruum, mitmekihiline arhitektuurne olemus ja mitmekeskised töö- ja vabaaja veetmise võimalused. Tavaliselt kesklinn on varustatud kohaliku ühistranspordiga parimal võimalikul viisil. Kesklinna kinnisvara väärtus tuginedes eelmainitule on kõrgeim.

Suures pildis ei ole Tallinn selles mõttes erinev. Tallinna kesklinna füüsiliseks piiriks võiks tinglikult pidada Liivalaia tänavat, Telliskivi loomelinnaku ja Vanasadama vahele mahuvat linna osa. Kesklinna on koondatud peaaegu kõik muuseumid, suurimad kaubanduspinnad ja muud vabaaja veetmise kohad. Lisaks kesklinna välisperimeetril on leidnud koha raudteejaam, bussijaam ja sadama terminalid.

Tänu Tallinna linna liblikakujulisele vormile, mille "tiivadesse" jäävate linnaosade tihedus moodustab valdava osa linnamahust, läbib kesklinna igapäevaselt autotranspordi transiitliiklus. Samal ajal kohalik trammivõrgustik rahuldab kesklinnasisest liikumist suhteliselt hästi.

Uute regionaalsete transpordiühenduste planeerimisel kindlasti tasub võtta arvesse kesklinnade varustatust lokaalse transpordivõrguga ning funktsioonide tihedust, mis rahuldavad linnakodanikke vajadusi kompaktsel, s.t. kergesti ligipääsetaval alal. Paraku ei ole see tänapäeval alati võimalik just sellepärast, et viimase paari sajandi jooksul kesklinnad on muutunud liiga tihedaks. Ilmselge, et mitte kõik transpordiliigid ei sobi kesklinna, eelkõige lennuliiklus. Kuid ka meretranspordi ja raudteetranspordi terminalid viiakse tihti kesklinnast eemale. Selleks on ilmselt mitu põhjust. Esiteks, kesklinna maa on liiga kalline, mistõttu transport surutakse välja et asendada kinnisvaraga millel on parem tootlikkus. Teiseks, karmid keskkonna nõuded heitmete ja müra osas ei pruugi enam võimaldada teatud transpordiliigid tihedasse linnaruumi. Kolmandaks, teatud transpordivaldkonna enda tehnilised nõuded teevad tihedas linnaruumis opereerimise vastuvõetamatuks. Üldmainitu ei kehti muidugi linnasisese ühistranspordi puhul. Bussid, trammid ja taksod ei saa tõrjuda kesklinnast eemale, küll aga saab kehtestada teatud piirkondades karmimad keskkonnasaaste normid.

Olen kindel et Tallinna ühendamine teiste regioonis asuvate pealinnadega läbi *Hyperloop* transporditehnoloogia peaks võimaldama otseühendust kesklinna. Tänu transpordivahendi-kapsli kompaktsusele ja saastevabale opereerimisele maa all on see rohkem kui võimalik. Ainsaks tõsiseks väljakutseks on autori meeles terminali õige koha ja ruumilise lahenduse leidmine, millele muuhulgas pakub variante ka see magistritöö.

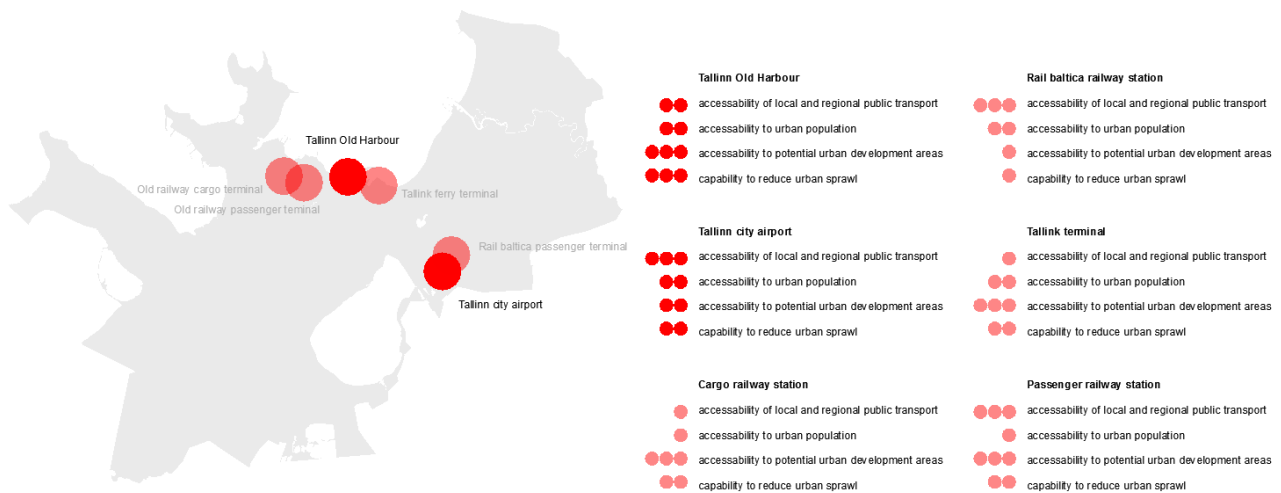
## Terminalide asukoha valik linnaehitusliku analüüsi põhjal

Terminalide asukoha valikul olen lähtunud järgnevatest põhiprintsiipidest või tingimustest, millele see asukoht peaks vastama.

- Mitmed võimalused ühendada *Hyperloop* terminali kohaliku ja regionaalse ühistranspordivõrgustikuga.
- Võime ajendada suur linnaehituslik efekt terminali vahetus läheduses (palju hoonestatavat pinda jalutuskäigu kaugusel)
- Terminal peaks olema võimalikult kättesaadav kohalikule linnarahvale (ka jalgsi tulles)
- Võime aeglustada valginnastumist / soodustada linnakeskkonna tihendamist

Olen empiirilisele teadmisele tuginedes välja valinud mitu asukohta linnas, mis esmapilgul võiksid vastata eelnimetatud printsiipidele ning koostas in pingerida omistades igale perspektiivsele asukohale 1 kuni 3 punkti ühe tingimuse kohta.

Mitmekihilise „filtri“ läbides kujunes välja pilt kus esikohtadele kerkisid Tallinna vanasadama piirkond ning Tallinna lennujaama reisijate terminal.



*Hyperloop* terminalide asukoha valiku kriteeriumid. Autori joonis

Etapilisust silmas pidades on loogiline järjestada terminalide rajamine kahte etappi.

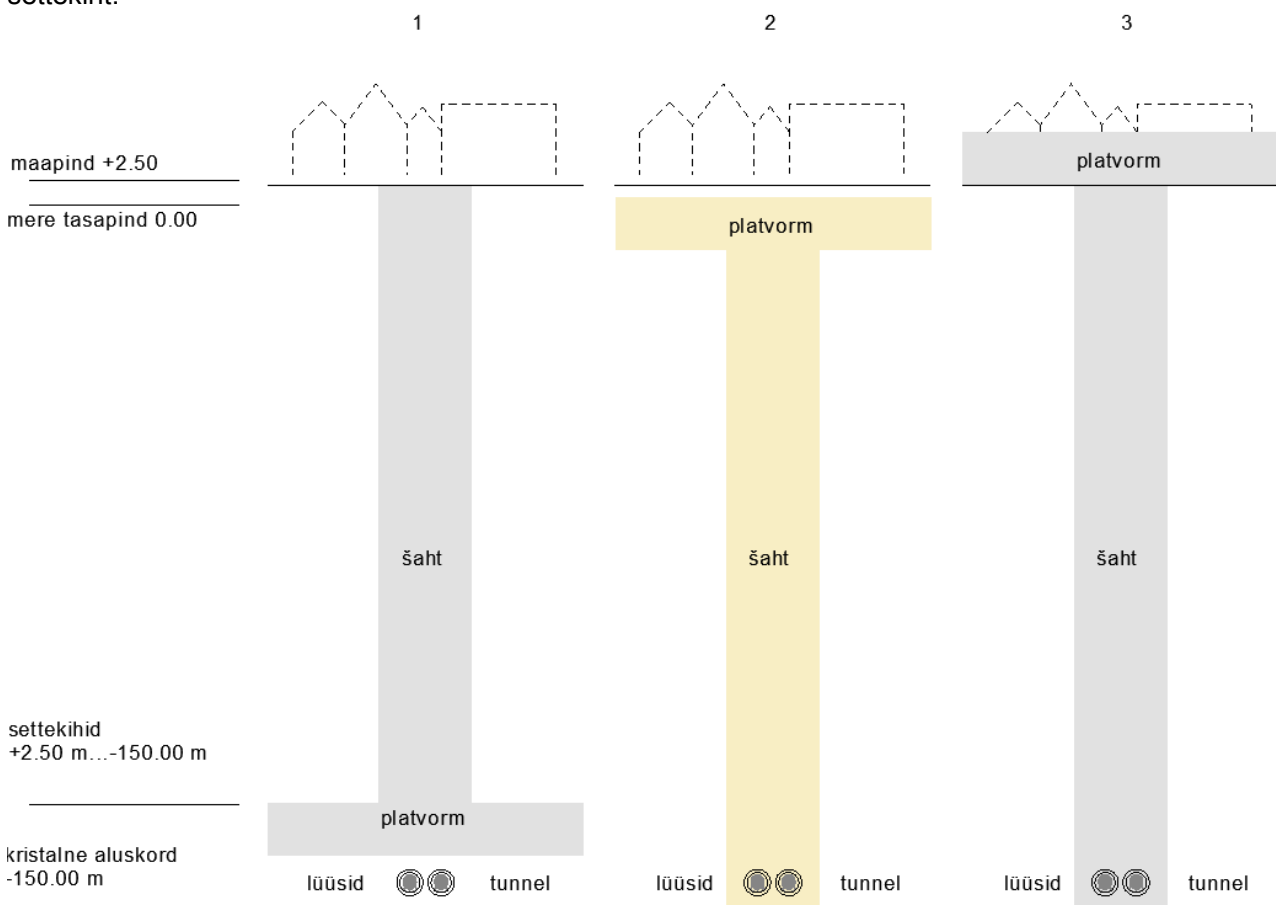
- Vanasadama piirkond (etapp I)
- Lennart Meri lennujaam (etapp I)
- Vão (lennujaama kaubaterminali võimalik pikendus, etapp II)

## Kesklinna terminal

### Ehitusgeoloogia ja topograafia kesklinna jaama asukoha ja "morfoloogika" kontekstis

Kuigi Vansadasama piirkonna näol on tegu väga perspektiivika alaga linnaehituslikust aspektist, siis Tallinna lahe kadajoon moodustades väga selget linnapiiri paneb võimaliku *Hyperloop* jaama väga tugeva topograafilise raamistiku sisse.

Teisalt, olemasolev suhteliselt tihedalt urbanistlik maastik ja eri maaomanike huvid ei võimalda kaasata jaama tarbeks kuigi palju väärtuslikku maad. Geoloogilises mõistes on Tallinna kesklinn suhteliselt nõudlik ala, mida iseloomustab mere põhja ladestunud keeruka struktuuriga umbes 150 m paks settekiht.



Kesklinna jaama tüpologia variandid. Autori joonis

Nende kahe mõjuri tulemusena moodustub väga tugevalt piiritletud "mänguväli". See tõenäoliselt välistab klassikalise raudteetehnoloogia kasutamist.

## Reisijate arv

Kasutajate arvu ennustamine võib olla tänamatu töö, sest varasem inimkonna kogemus sarnaste infrastruktuursete projektide teostamisel on olnud vastakas,.

Samas tuleks mõista, et antud juhul tegu ei ole klassikalises mõistes eri regioone ühendava infrastruktuuriga, nagu seda on näiteks Eurotunnel või Sundi sild. Enustatud Eurotunneli kasutajate arvu, mis oli arvuliselt väljendatuna 15 miljonit aastas, ei saavutatud ka pärast 25 aasta pikkust kasutust, samal ajal peatselt ehitusfaasi jõudev Fehmarnbelt tunnel on mõnes mõttes kapasiteeti tippu jõudnud Suur-Beldi silla abiks.

Tänu *Hyperloop* tehnoloogia oletatavale kiirusele ja paindlikkusele tegu saab olema ühendusega, mis on Põhja Superregiooni ühistranspordisüsteemi loomulik jätk. Ehk reisijate arvu prognoosimisel ei tohiks minu hinnangul lähtuda enam klassikaliselst arvutusmudelist, mida on kasutatud näiteks Finestlink raudteetunneli reisijate arvu prognoosimisel. Ülalmainitud uuringu järgi peaks reisijate jõudma 12.5 milj. 50 aastaks 2050.

Oma reisijate arvu prognoosimisel ning transpordisüsteemi läbilaskvuse planeerimisel olen otsustanud ikkagi lähtuda Tallinna, Helsingi ja Stockholmi aastase ühistranspordi kasutajate mahuhust, pakkudes välja kolm stsenaariumit.

## Ühistranspordi kasutajate arv aastas

Stockholm:	1 095 000 000	<i>Traffic Committee of Stockholm County council , 2019</i>
Helsingi:	375 000 000	<i><a href="http://www.kokoromoi.com/hsl-helsinki-regional-transport-authority">http://www.kokoromoi.com/hsl-helsinki-regional-transport-authority</a>, 2017</i>
Tallinn:	143 000 000	<i>Tallinna Transport, 2016</i>
Kokku:	1 603 000 000	

Edaspidi olen välja pakkunud kolm eri stsenaariumit, lähtudes kolme linna ühistranspordi kasutajate aastasest koguarvust:

Stsenaarium 1: 1%	16 000 000	(ebarealistlik, võrreldav tänapäeva praamiühenduse kasutajate arvuga, mis on 10 milj.)
Stsenaarium 2: 5%	80 000 000	(rohkem realistlik, Finestlink Final report: 12,5 milj. aastaks 2050)

Stsenaarium 3: 10%	160 000 000	(vähem realistlik, kuigi pikemas perspektiivis pole välistatud)
-----------------------	-------------	---

Võttes Stsenaarium number 2 aluseks, on võimalik teha järgnevaid eeldusi. Olen arvestanud varuteguriga 1,5, millega korrutamisel saame 120 000 000 reisijat /a.

Edaspidi, tuginedes enda vaatlustele tegin empiirilise oletuse, et reisijad jagunevad kolme linna vahel järgmiselt:

Stockholm-Helsinki 50%

Stockholm-Tallinn 10%

Helsinki-Tallinn 40%

Reiside arv Tallinna terminali(de)s kujuneb ülaltoodust tulenevalt järgmiselt:

60 000 000 aastas

165 000 päevas

9 150 tunnis keskmine\*

16 450 tipptund\*\*

*\*Päevatsükkel 18 t*

*\*\*Tipptund 7:30-8:30; 16:30-17:30 (kumbki 10% päeva reisijate koguarvust)*

Tallinna terminalide vahel reisijate jagunemine võiks loogiliselt näha selline:

Lennujaama terminal (30%)

2 475 reisijat tunnis (keskmine)

4 935 reisijat tunnis (tipptund)

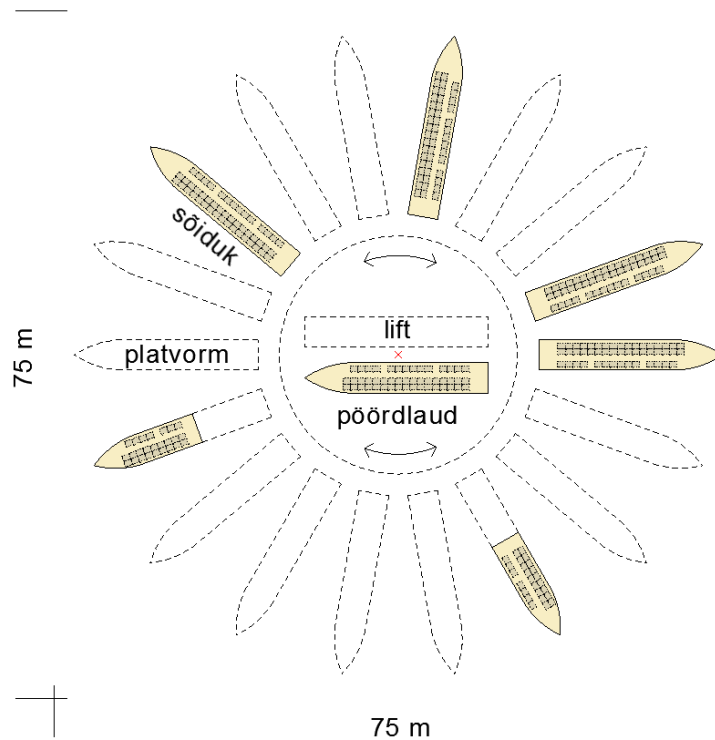
Kesklinna terminal (70%)

6 405 reisijat tunnis (keskmine)

11 515 reisijat tunnis (tipptund)

Lisaks on tarvilik võtta arvesse aega millal jooksul reisija viibib terminalis. Oletades et tänu süsteemi paindlikkusele ooteaeg on viidud praktiliselt nullini, oletan et keskmine pardalimineku/ mahatuleku tsükkel on 5 min. Nende andmetega arvestades on võimalik prognoosida terminalis üheaegselt viibivate reisijate maksimaalse arvu, mis kujuneb ca.960 reisijat. Eesmärgil võimaldada 5 min. kestev tsükkel, on vaja ette näha vastavavalt sõidukite arvu (platvorme).

Olles otsustanud kahe Tallinna terminaliga võrgustiku kasuks ning olles teinud eeldusi reisijate arvu osas, sain aimu kesklinna terminali võimalikust suurususest. Lähtusin sellest, et ringikujulise 18-20 liiklusvahedit mahutava platvormi läbimõõduks on ligi 75 meetrit. Sellest teadmisest kasvaski välja kogu terminali hoone skaala.

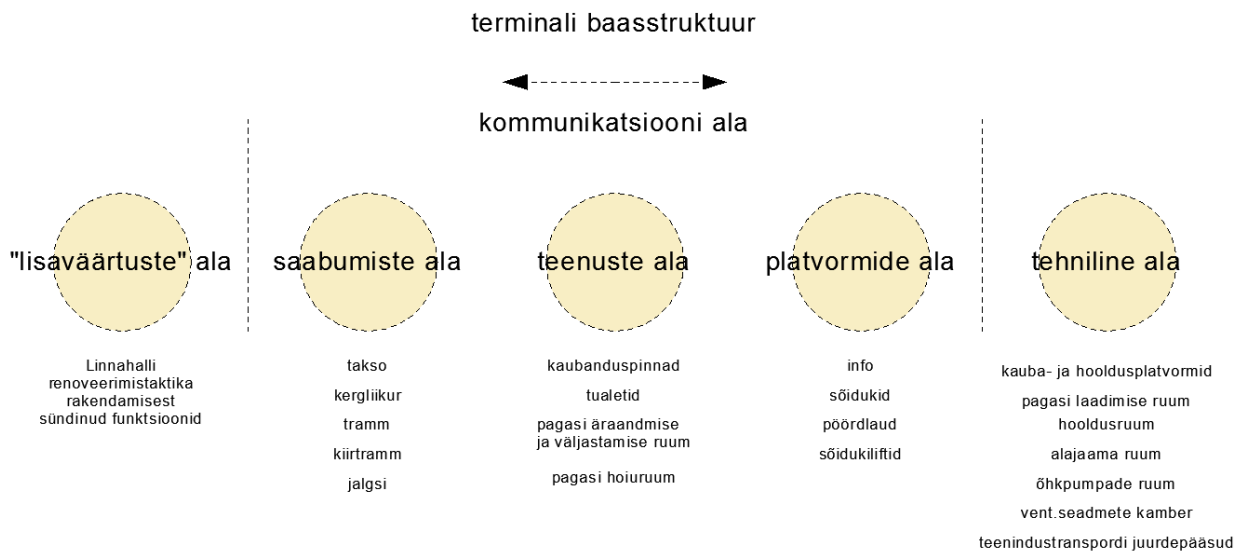


Hyperloop jaam reisijate platformi ruumilised vajadused. Autori joonis

## Jaama ruumilised vajadused ja süntaks

Otsustasin keskenduda kesklinna jaamale kui linnaehitusliku strateegia olulisele määrajale, mis võimaldaks tegeleda muuhulgas selliste teemadega nagu kesklinna tihendamine ja struktureerimine, kinnisvaraarengu suunamine, jätkusuutlikuma ja kaasaegse kohaliku ühistranspordi planeerimine, jalakäiasõbralikuma tänavaruumi loomine linna ühes kõige nõudlikuimas piirkonnas.





*Hyperloop* jaama defineerimine tuginedes olemasolevale teadmisele ei ole otseselt võimalik, kuna tegu ei ole raudteejaamaga, lennujaamaga või metroojaamaga, vaid pigem ülalmainitu hästi läbiuuritud transpordisüsteemi sõlmpunktide sünteesi tulemiga, mis sunnib suuresti tugineda eeldustele. Siiski on mõistlik defineerida jaama baasstruktuuri ning seda moodustavad põhilised ja lisaväärtust pakkuvad funktsioonid.

Hyperloop'i terminali baasstruktuur. Autori joonis

## Hotspot linnas ja riigis-kuidas?

*Hyperloop* jaama konkreetse asukoha valiku tegemisel on oluline mõista kui suurt tegelikku mõju see avaldab. Ühtepidi tõstab jaama olemasolu konkreetse piirkonna aktiivsust läbi Tallinna elanike tihedama läbikäimise, teistpidi toob jaam inimesi veelgi juurde. Võib oletada et prognoositavast 6 kuni 10 tuhandest reisijast tunnis vähemalt poole moodustavad mittetallinlased. Järelikult kogu linna infrastruktuur, mitte ainult transpordivõrgustik peab valmistuma suureks muutuseks. Hetkel on võimatu prognoosida, kuidas täpselt selline muutus avaldub. Võimalik et turismi sektor kasvab veelgi, samuti pole välistatud, et oluline osa soome ja rootsi elanikkonnast hakkab tarbima Tallinnas teenuseid ja tallinlased hakkavad tarbima teenuseid Soomes ning väiksemal määral Rootsis.



Maa-aluse sipelgapesa sissepääs, mis illustreerib aktiivsust väga kontsentreeritud alal

Allikas: sciencing.com

Äärmiselt tõenäoline et just kultuuri ja hariduse maastikul toimuvad kõige suuremad muutused. Inimene sattub valiku ette, kas minna õhtul kinno Tallinnas, Stockholmis või hoopis Helsingis, kas elades vanemate juures käia Taltech`is või Aalto ülikoolis, kas minna õhtul jalutama Pirita promenaadile või hoopis sööma hubasesse Mariehamni kalarestorani.

Ilmselge et tagades paljudele inimestele vaba juurdepääsu teenustele, tugevdame konkurentsi praktiliselt kõigis valdkondades alates kinnisvarast, kaubandusest ja toidlustusest ja lõpetades meditsiiniliste ja linnavalitsuste tasemel pakutavate teenustega nagu lasteaiad, koolid, maksud jne.

Üsna selge, et tööturгу ootab ees väga suure konkurentsiga keskkond, kus tööandja peab pingutama et pakkuda parimaid töötigimusi ja töötaja – konkureerima parima töökoha nimel rohkemate inimestega kelle jaoks 500 km pikk tee töölt koju ei ole enam takistuseks.

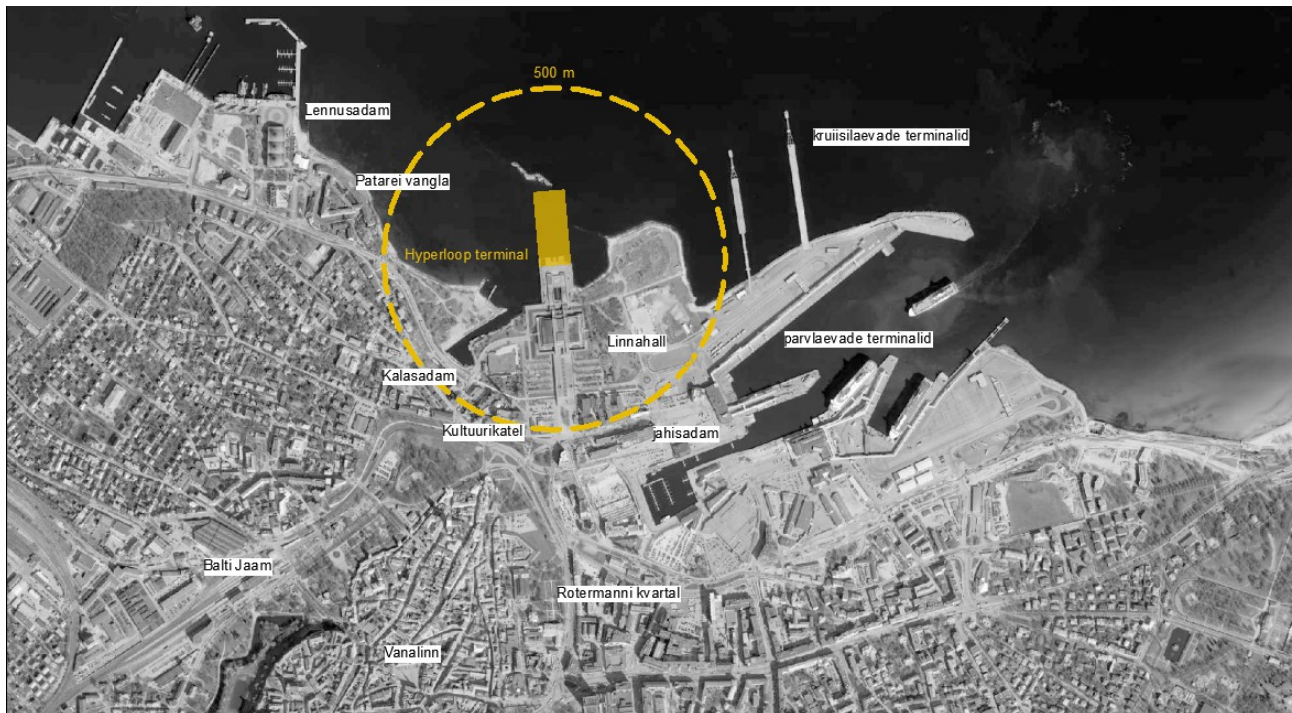
## Hyperloop`i jaam kui Vanasadama piirkonna gentrifikatsiooni lõppsõna

Vanasadama piirkond kuulub nende vanade tööstusalade hulka, mis tänu oma asukohale kesklinna piiril ideaalne kandidaat uuendamisele. Varasemalt leidnud uuendamisprotsessid Rotermanni kvartalis ja Kalamaja piirkonnas on loonud selleks eeldusi näidates milline võib olla elukeskkond, mida luuakse vana ja uue kokkupõimimisega. Kuid Vanasadama piirkond on ülalmainitud aladest mõnes mõttes erinev just tänu oma hästi toimivale monofunktsionaalsusele. Sadamaga seotud ärid on teinud sellest alast efektiivse rahamasina, mille linnaehituslikud kvaliteedid kahetsusväärset ei läinud arenguga kaasa. Tulemuseks on näiliselt kaasajastatud linnaruum, mille eri kvartalid ja hooned ei moodusta sidust tervikut, vaid teenivad konkreetse transpordi- või kaubandusettevõtja huve. Olukord on hakkanud muutuma 2018 aasta suvel, mil AS Tallinna Sadam kulutas välja arhitekturse konkurssi, mille

eesmärgiks on ettevõttele kuuluv ala terviklikult välja arendada. Kinnisvaraarendus Tallinna Sadama territooriumil toimub plaani järgi etappidena. 2020 aasta kevade seisuga on algatatud viis detailplaneeringut, mille eesmärk on ellu viia konkursi võidutöö linnaehitusliku visiooni.

Selle suure plaani ühe osana valmis 2019 aastal Reidi tee.

Peale Tallinna Sadamale kuuluva territooriumi, piirkonnas on ka teiste eraomanike kätes ja munitsipaalomandis olevaid hoonestuskõlblikke krunte. Nende omanike hulgas on suured kinnisvaraarendajad nagu Merko AS ja Pro Kapital Grupp AS, kelle huvid küündivad enamasti Linnahallist läände.



Asukoht. Tallinna Vanasadama ala

Käimasolevaid arenguid silmas pidades, saab väita et tegu on järgmise aastakümne Tallinna kõige dünaamilisemalt areneva piirkonnaga, mille lisandväärtusteks on kindlasti merepiiril olemine, sadama tugev esteetika ja osaliselt säilinud 19 ja 20 sajandi arhitektuurne pärand.

## hoonestus, tänavafront ja aktiivsed alad

Linnahalli väljaku ümber linnaruumi tihendamise peamiseks eesmärgiks on aktiivse tänavafrondi loomine, mille läbi on võimalik juhtida alal toimivat.

Linnahalli väljak on tänu hoone enda kujule ja hilisemale hoonestusele omapärase kujuga - seda moodustab kolm omaette piZZat tänavatasapinnal ning mitmetasandiline Linnahalli käidav katuse. Tihedad Kurši ja Rumbi tänavate fassaadid võimaldavad nendel piZZatitel viibivate inimestel tunda ennast mugavalt ja kaitslult tänavaliiklusest, samas kui Sadama tänavapoolne väljak toimib kogu ala aktiivse portaalina.

Neljanda piZZat moodustaks Hyperloop'i terminali katus, just tänu sellele unikaalsele asukohale avanevatele vaadetele.

## teed ja avalik ruum

Linnahalli ja selle vahetus läheduses oleva mereäärse ala ligipääsetavuse parandamine on prioriteetse tähtsusega, koomale tõmmatud hiiglaslik Põhja pst. ja Sadama tn. ristmik võimaldab anda ruumi nii uuele trammiliinile kui paljudele uutele jalakäijate- ja kergliiklusteedele, mis seovad Linnahalli kvartali kõrval asuvate Sadama terminalidega, Südalinna kvartalitega ja Vanalinna.

Autoteede osakaalu vähendamine piirkonnas võiks olla osa suuremast strateegiast, mille eesmärgiks on siduda Hyperloop terminali Tallinna teiste linnaosadega läbi uue kiirtrammiliini.

autotranspordi juurdepääs Hyperloop terminalini on tagatud Kalasadama ja Logi tee kaudu.

## rohealad

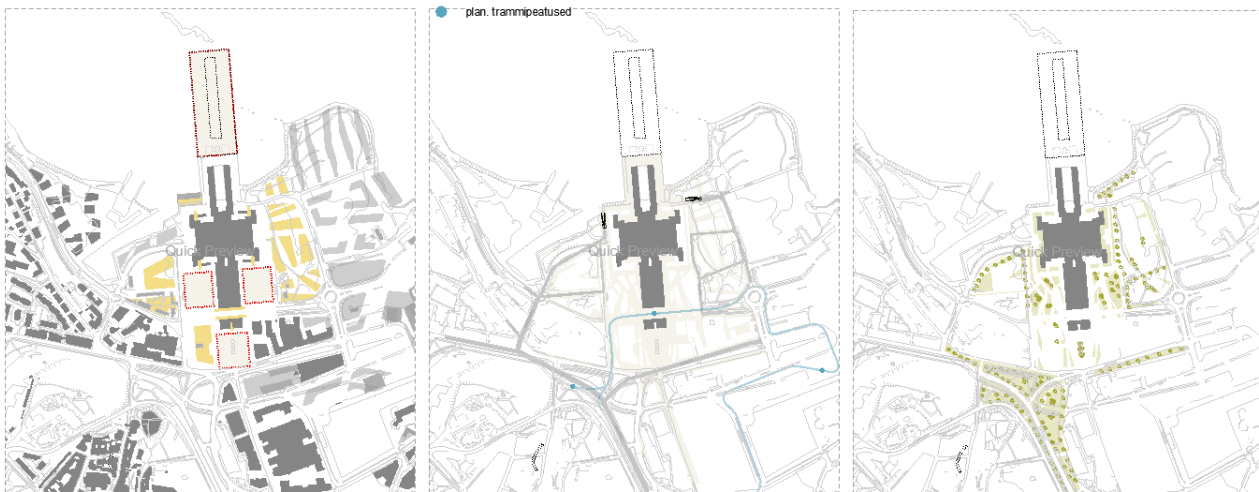
kesklinna tiheda tänavaliiklusega piirkonnas on haljasaladel oluline roll jalgsi käimise ja kergliikluse soodustamisel kavandatud rohekoriidid küündivad lõuna-põhja suunaliselt Vanalinna müürist kuni Linnahalli taga oleva perepiirini ja ida-lääne suunaliselt alates Kalasadamast kuni Logi tänavani.

Põhja pst. ja Sadama tn. ristmiku rekonstrueerimine avaks võimaluse uue pargiliku illedusega haljasala rajamiseks.

- olemasolev hoonestus
- uus hoonestus
- lammutatav hoonestus
- planeeritav hoonestus
- avalik väljak

- pl. jalakäijate teed ja liikumissuunad
- planeeritud autoteed
- planeeritud trammiteed
- plan. trammipeatused

- planeeritud või muudetavad haljasalad



Linnahalli kvartali ruumilise planeerimise lähtepunktid

## Sobitamine konteksti

Uurides erinevaid variante *Hyperloop* terminali asukoha jaoks jõudsin paradoksaalsesse seisundisse. Olen saanud palju tõendeid, et Vanasadama piirkond on praktiliselt ideaalne asukoht nii linnaarengu kui olemasolevate ja võimalike transpordiühenduste seisukohalt, kuid ükski konkreetne asukoha valik täpsemalt uurides ei osutunud realistlikuks. Vaatamata sellele et tegu on suhteliselt hõredalt hoonestatud alaga, ei ole vajaliku suuruse ja funktsionaalsusega mahu paigutamine sinna alasse üldse lihtne, seda eelkõige Tallinna Sadama enda arenguplaanide tõttu.

Selles valguses oli munitsipaalomandis Linnahalli territoorium on üks vähestest loogilistest valikutest. Terminali maht sai paigutatud Linnahalli põhjapoolse otsa pikendusena merre. Esmapiilgul imelikul asukoha valikul on kindel eesmärk. Oletan, et 10-15 aasta pärast, kui positiivse stsenaariumi kohaselt oleks võimalik jõuda tunneli ehituseni, on Vanasadama territoorium juba tihedalt hoonestatud ning jaamale lihtsalt ei jää linnas ruumi. Asukoha valiku toetas ka teadmine, et tegu ei oleks seni nägemata otsusega, vaid loomulku ja järjepideva protsessi jätkamisega. Tallinna kesklinna merejoont on nihutatud Põhja suunas alates Keskajast kuni tänaseni. Selle tulemusena sai linn enadale Mere puiestee ja A terminali vahelise ala, kus aluvad mitmed linnakvartaid ja kaid. *Hyperloop* jaam merepiiril on omamoodi järgmine samm sajandeid kestnud võitluses loodusega väärtusliku maa eest.





R.Zobeli 1219-1992.aa merejoone rekonstruktsiooni projektsioon kaasaegsele linnakaardile

### Terminal: identiteediga non-place?

Enamus meist pole vist märganud millal see täpselt juhtus, kuid mingil hetkel sai maailm üle küllastatud arhitektuursetest objektidest, mida iseloomustasid läikivad klaasfassaadid, kõrgete lagedega avarad, kenasti valgustatud hallid, siltide rohkus, läikima löödud kunskivist põrandad ja... absoluutne tühjus. Kõlav Brian Eno muusika ja teadaanded, valusalt tuttava sortimendiga *duty-free* poed kust ei taha mitte midagi osta ja salatiletid muudavad selle tühjuse veel rohkem silma torkavaks. Sellised on pea kõik viimasel paaril aastakümnel ehitatud lennujaamade terminalid, osad raudtee ja laevade terminalid on täpselt samasugused.



Pekingi lennujaam. Autori foto

Nendes viibivad reisijad on mõnes mõttes pantvangid, kes on kohustatud viibima terminali ruumides tundide viisi. Ühed oskavad seda näiliselt rahulikkude tegelikkuses rangele ajaskaalale projitseeritud olekut nautida, teised lähevad närvi, kolmandad võtavad ükskõikselt olles suutelised vajuda oma nutiseadme maailma. Paljude jaoks on reisi ajal tomuvatest protseduuridest saanud vältimatu kultus. Konjak enne pardale minekut, teatud firmasildiga reisikohvrid ja selfi-pulgad, pagasi kilode kokkulugemine ja pikad piletikontrolli järjekorrad, Facebook postitused lennujaama äramärkimisega, kitsad istmed ja sisustamatud ooteajad- see kõik moodustab transiitruumi komplektse ja ainulaadse kogemuse.

Teine äärmus on metroo, kus ajame asju anonüümselt ja kiirelt. Tuuletõmme saabuvast rongist ja spetsiifiline kreosooti lõhn, maha sülitatud nätsudest täppiline põrand ja üksik muusik koridori servas, kaduma läinud kuukaardi otsingud... ka see kõik on äratutav ja ette aimatav, olgu tegu mis iganes suurlinna maa-aluse maailmaga.

Marc Augé nimetab sellist anonüümset ruumi terminiga *non-place*, mida tõlkiksin eesti keelde nagu „ebakoht“. Mõnes mõttes Augé käsitluses vastandub koht ruumile, kuna ruum on abstraktne ja moodustub muuhulgas ka märkides tja siltidest, läbi mille inimene kommunikeerub ruumiga.

*„If a place can be defined as relational, historical and concerned with identity, then a space which cannot be defined as relational, or historical, or concerned with identity will be a non-place. The hypothesis advanced here is that supermodernity produces non-places, meaning spaces which are not themselves anthropological places and which, unlike Baudelairean modernity, do not integrate the earlier places: instead these are listed, classified, promoted to the status of 'places of memory', and assigned to a circumscribed and specific position.“*

Küsisin endalt, kas Tallinna *Hyperloop* terminal võib olla selles mõttes „koht“, või peab leppima rahvusvaheliselt omaks võetud transiitruumi käsitlusega ja kvalitatiivse ettemääratusega? Kui vastus on

jah, siis mis teeb seda koha kohaks? Kas uhke arhitektuurne vorm? Või sobiv kontekst? Või geniaalne logistiline lahendus?

Kaaludes, kas kavandada *Hyperloop* terminali omaette hoone mahuna või panna vajalikud funktsioonid anonüümselt maa alla peitu, olin tegelikult palju sügavama valiku ees, mis iseloomustab mõnes mõttes arhitekti ebakindlat olekut tehnoloogiliselt keerulisemaks muutuva ruumiloome paradigmas. Mingil hetkel pidin vastama iseenda küsimusele: kas arhitekt üldse saab ja peab otsustama terminali ilme üle, või sellega saab paremini hakkama transpordiinsener või hoopis tehisintellekt, kes teeb optimaalse otsuse masinloetavate avaandmete põhjal? Kas arhitektuurne ilme on üldse oluline? Missugust sõnumit see peaks kandma? Kas keegi üldse paneks seda sõnumit tähele? Otsustasin mängida mängu, mille keskmes on vastandatud maa-aluse (negatiivse) ja maapealse (positiivse) arhitektuurse mahu kombinatoorika. Luues nende vahele pinget, püüan ületada transiitruumi anonüümsust.

### **Arhitektuurne maht ja ruumiline idee**

Terminali arhitektuurse vormiloome eelduseks oli teadlik otsus, et projekteeritud maht mõnes mõttes balansseerib hoone ja mittehoone piiril, olles sisult monofunktsioonile allutatud suhteliselt lihtne geomeetiline moodustis. Välismahu vormiline kiidakeelsus justkui vastandub Linnahalli geomeetrilisele rikkusele, olles samaaegselt sellest välja kasvanud subtiilne iteratsioon.

Terminali kahekorruseline raudbetoonist maht toetub Tallinna lahe põhjale ja on valdavalt peidetud vee alla, ulatudes mere tasapinnalt kõrgemale umbes kaks meetrit. Mahu põhikorruse vahelagi on käidav tasapind. Tasapinna kesteljel olev kiilukujuline klaaskatus on ainus arhitektuurne maht selle üldmõistetavas tähenduses.

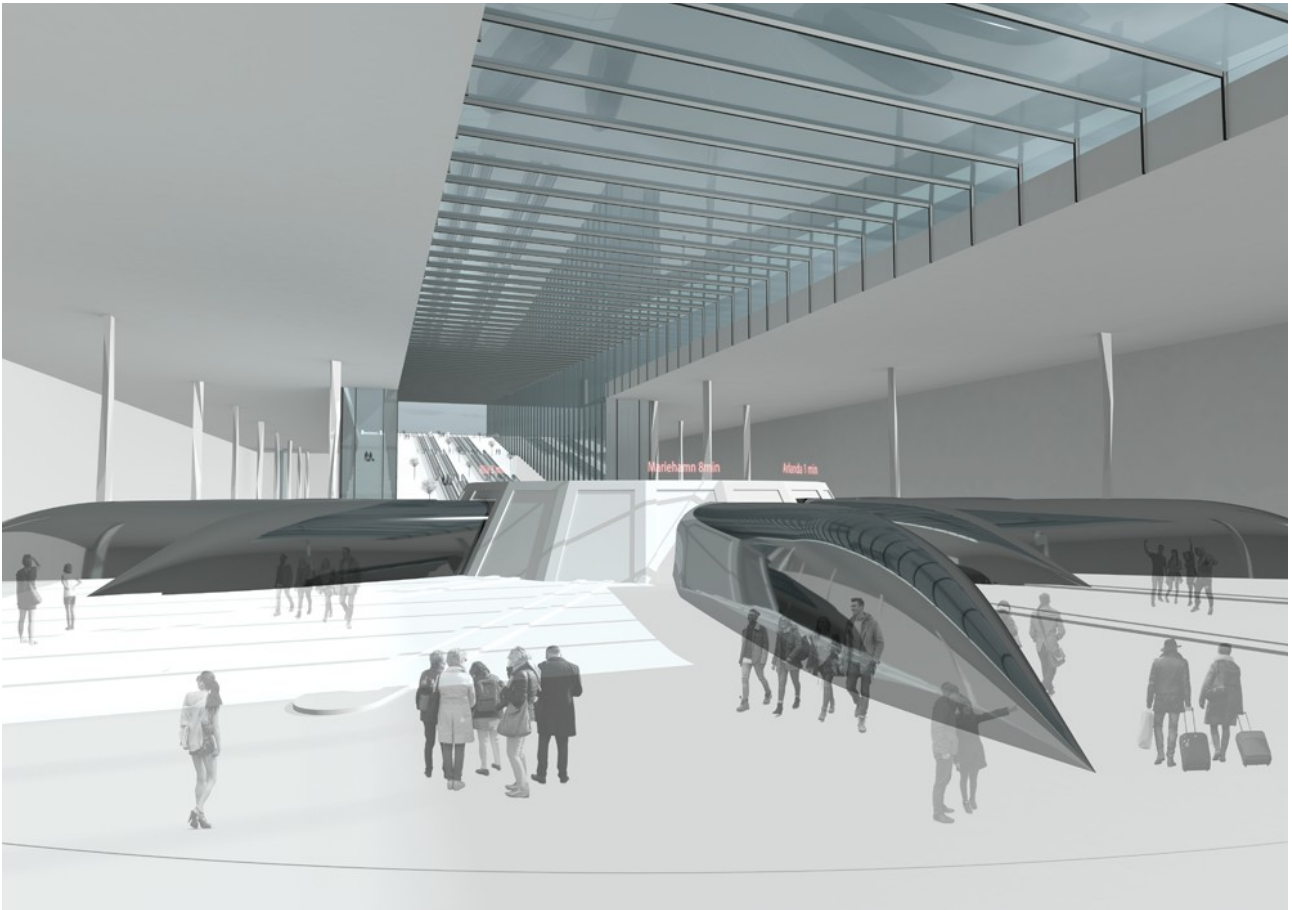
Tänu sellele, et terminali maht on paigutatud mere ja maismaa piirjoonele, siis sellele on tagatud hea vaadeldavus nii mere poolt laeva pardalt kui planeeritud kesklinna merepromenaadilt. Veepiiril, nagu ka igal selgelt tajutaval piiril olemisel on mingil määral ka metafüüsiline tähendus. Merelained, mis peegelduvad vee tasapinnast välja kasvanud klaasvormi fassaadidel on justkui looduse poolt tasuta ehitatud fassaadi lisakiht.



Hyperloop terminali üldvaade Tallinna lahe poolt



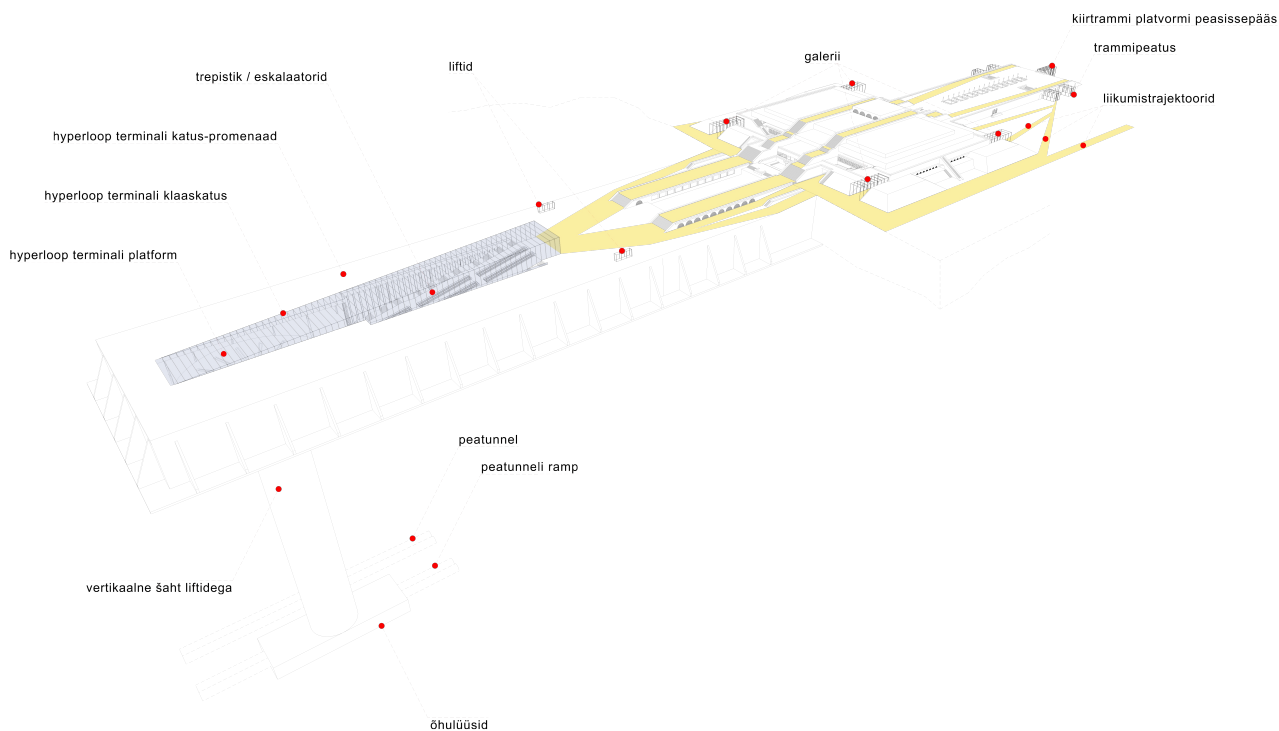
Terminali hoone põhiliseks ruumiliseks elamuseks näen ma visuaalset efekti, mis tekitab maapinnalt maa alla ja maa alt maapiinnale liikumisel. Vaatekoridor mis muutub kitsamaks ja laiemaks, kuid on jätkuvalt silmapiiril. Päevavalgus on oluline siseruumi komponent, mis juhib inimest ning inimene on alati võimeline säilitada silmsidet taevaga.



Vaade terminali platvormilt sissepääsu suunas

## Linnahalli renoveerimistaktika

Linnahall on vaieldamatult oluline arhitektuurne maamärk ja ajastu sümbol, mis ei leidnud endale väärrika koha tänapäeva linnaruumis. Linnahalli uue funktsionaalsuse otsimine on käinud viimased kümme aastat alates selle täielikust sulgemisest 2009.a. detsembril. Paraku tundub, et Linnahall ei sobi oma algse olemusega ei edasi arenenud kultuurimaastikusse ega linna investeerimiskavadesse. Kriitilises seisukorras olev hiiglaslik objekt vajab selget päästmiskava, mis ei tohiks tugineda üksnes poliitilistele avaldustele vaid olla osa suuremast jätkusuutlikust plaanist. Sellise plaanina olen ette kujutanud võimaluse renoveerida Linnahall üheskoos *Hyperloop* terminali rajamisega.



Hyperloop terminali ruumiline struktuur

Antud plaani elluviimisel oleks tõenäoliselt võimalik taastada Linnahalli põhitegevus, mis seisneks kontserdi- ja konverentsisaali sihipärasel kasutamises. *Hyperloop* terminali ja Linnahalli sisuliselt ehitamine üheskoos toimivaks süsteemiks võimaldaks loovutada tühjalt seivatele esimese korruse ruumidele osaliselt terminali funktsionaalsuse, nagu väikekaubandus, toitlustus jne. Endise jäähalli osa rekonstrueerimine ekspo- või muude kultuuriürituste ruumiks annaks hoone identiteedi taastamise seisukohalt samuti palju juurde ja oleks kooskõlas kultuurikilomeetri piirkonna arengutega.

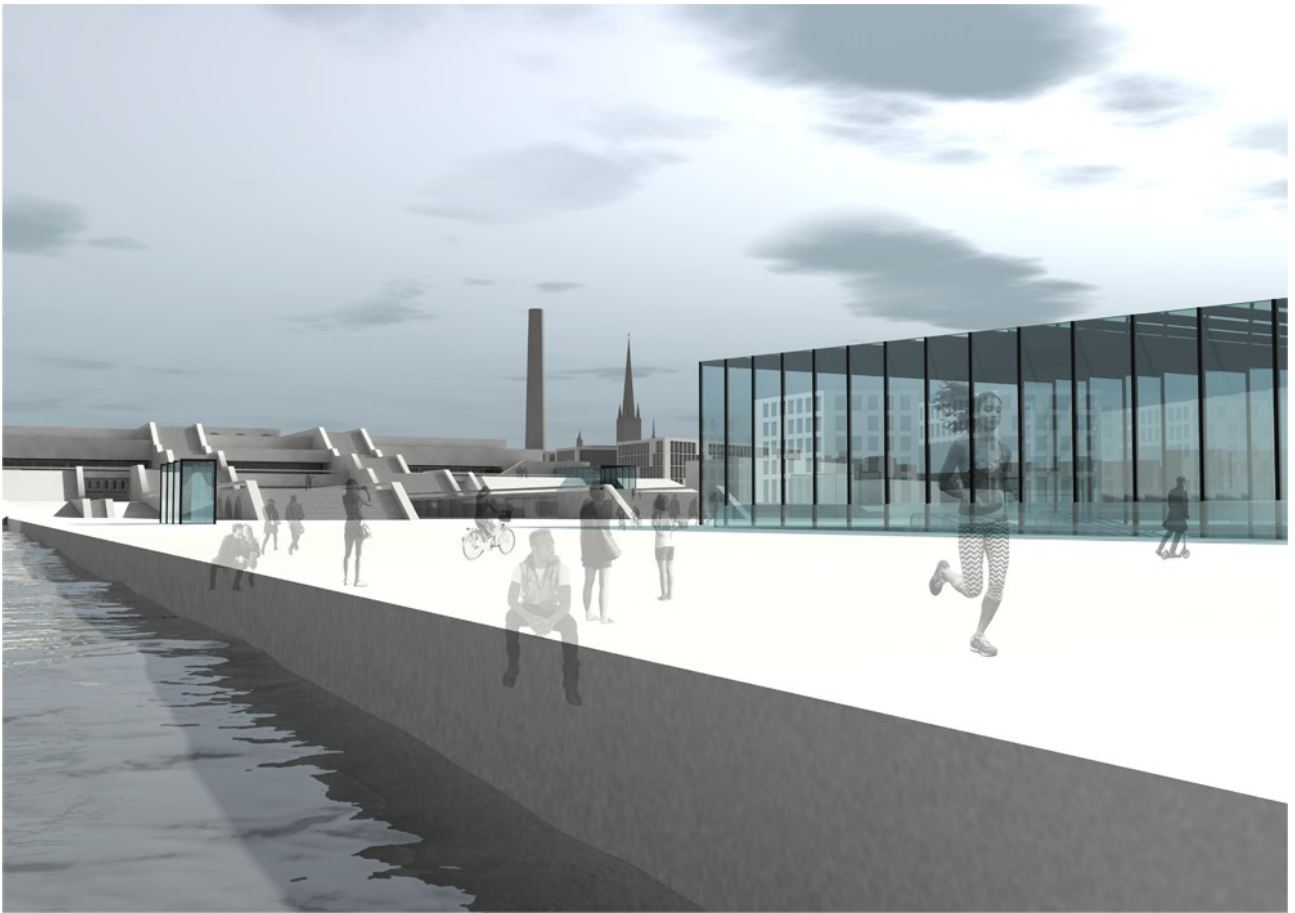


Vaade Linnahalli väljakule ja trammiterminalile

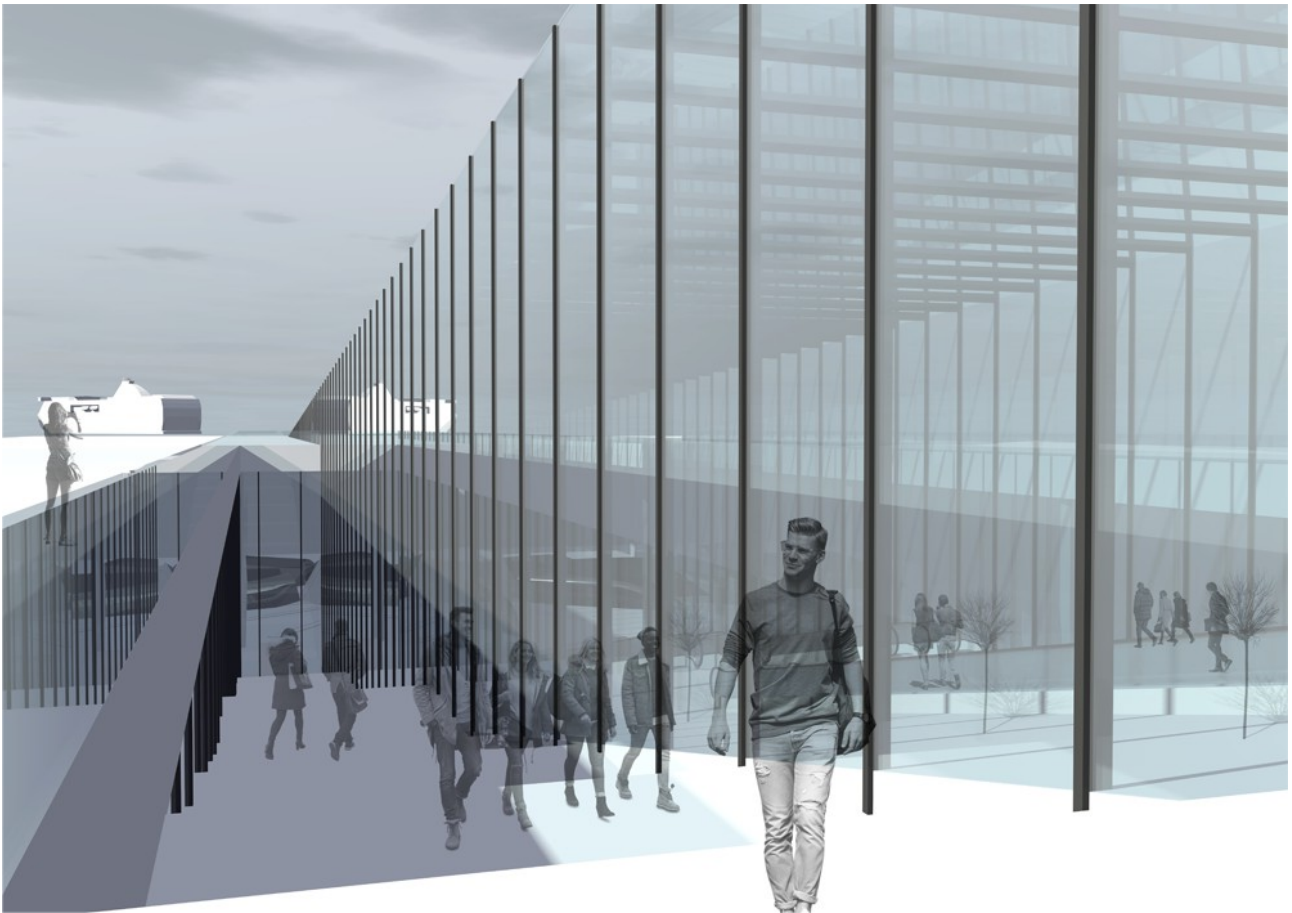
Kuna Linnahall jääb täpselt kavandatava terminali ja linna vahele, siis temal oleks oluline roll reisijate voogude juhtimisel. Linnahalli arhitektuurne välisvorm, mis moodustub eri katusetasapindadest ja neid ühendavatest trepistikest on praktiliselt ideaalne, et luua linnaga esmast silmisidet ja olla toeks õige liikumissuuna võtmisel. Selles mõttes Linnahalli pikendusena kavandatud terminal jälgib vana hoone ruumilist loogikat ega jäta eksimiseks ruumi. Liikumine terminali platvormite ja Sadama tn. vahel tänu Linnahalli hoonet läbivatele liikumistrajektoridele töötab olla väga lihtne ja loogiline.



Vaade Linnahalli väljakule, lisatud klaasmahud markeerivad kavandatud transpordisõlme (tramm+kiirtramm)



Vaade linnahalli suunas Hyperloop terminali katuselt

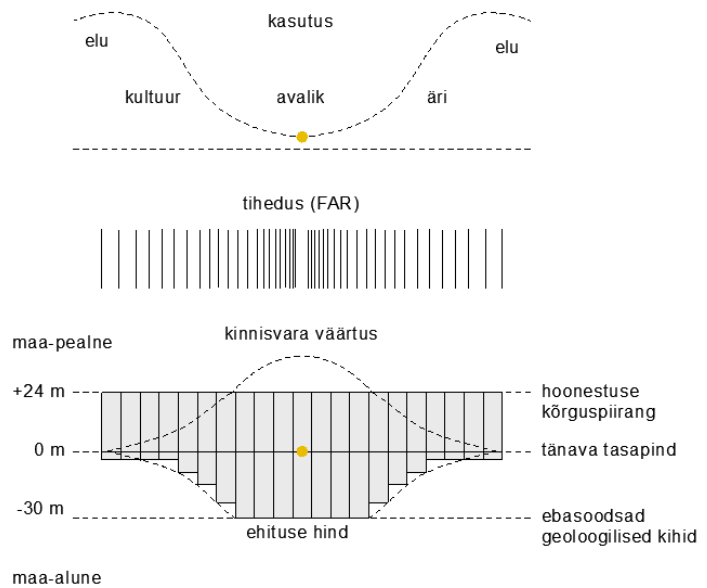
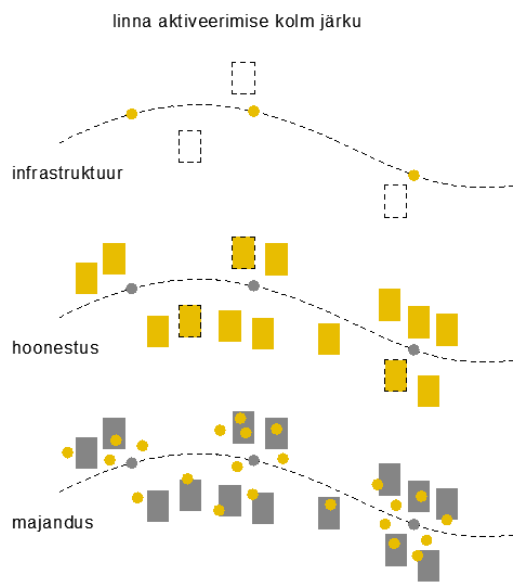


Vaade Hyperloop terminali trepistiku (mere) suunas

## Tihedus, kinnisvara hind ja maa-alune maailm

Kinnisvara väärtus turuhinnas väljendatuna moodustub paljudest teguritest, milleks on hoone enda väärtus, mis väljendub arhitektuursetes ja ehituslikes kvaliteetides, ning asukoha väärtusega seotud tegurite hulgast, mis üheskoos mõjutavad ostja motivatsiooni. Asukohaga väärtust mõjutab väga suurel määral selle ligipääsetavus. Mida rohkem transpordiühendusi piirkonnas, seda väärtuslikum on üldjuhul asukoht.

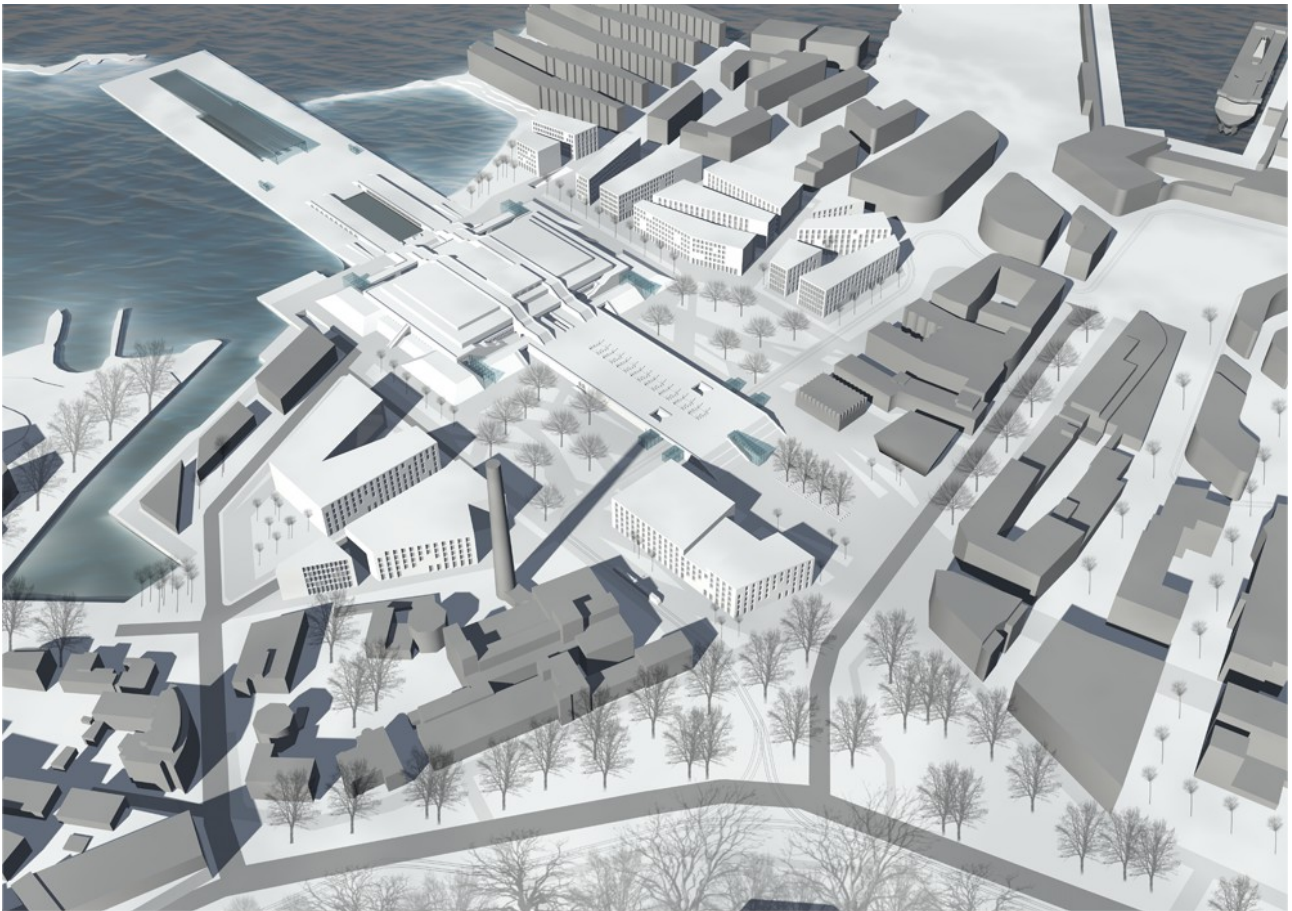
*Hyperloop* terminali olemasolu teeb suure tõenäosusega Tallinna Vanasadama piirkonnast kõige ihaldusväärsema kinnisvaraga koha kogu Baltikumis. Selle võimalusega tasub arvestada piirkonna ruumilisel planeerimisel nii linna kui arendaja tasemel, samuti äri- ja avaliku sektori investeerimisplaanide tegemisel. Kuna piirkonnas kehtivad Tallinna Vanalinna vaatekoridoridest tingitud kõrguspiirangud mida ilmselt ei saa leevendada, siis on väga tõenäoline, et vastates kinnisvaraarendajate ootustele ja paljudes mõttes ka linna huvidele, tuleb lubada suhteliselt suurt hoonestushihedust (FAR). Lisaks sellele oletatvalt areneb jõudsalt maa-alune maailm, mille ainsaks tõeliseks piiriks jäävad ebasoodsad geoloogilised kihid.



Ruumilise arengu aktivaatorid ja piirajad

Väga võimalik, et maa-alune maht teatud juhtudel võib kaaluda üle maapealset. Seda võimalust tasub ette näha juba piirkonna varasemates planeerimise staadiumites ning töötada välja maa-aluse hoonestuse reeglistik mis arvestab nii maapinna geoloogilist mudelit kui muid faktoreid, mis võivad avaldada mõju piirkonna toimimisele, nagu resulteeriv hoonestustihedus (nii maa all kui maa peal), vajalik tehovarustus ja eeldatav transpordikoormus.





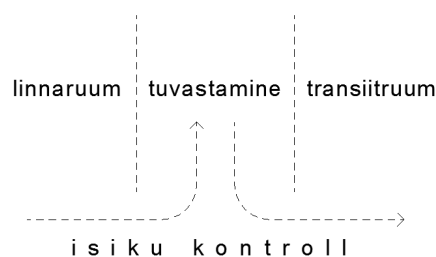
Linnahalli väljaku ümbruse ruumiline lahendus

## Julgeolek ja transiitruum

Infrastruktuuri objektid on suhteliselt haavatavad nii suure inimeste kontsentratsiooni kui kasutatava tehnoloogilise sisu pärast. Suurtel kiirustel liikuv sõiduvahend-kapsel on vaikumisi oht nii liikluses osalejatele kui infrastruktuurile. Riskide maandamiseks rakendatavad meetmed on erinevad sõltuvalt transpordiliigist, piirkonnast ja võivad erineda ka sõltuvalt konkreetsest situatsioonist. Kõige rangemaid turvaprotokolle mis on kasutuses lennujaamades pole mõistlik rakendada metroos ja *vice versa*.

*Hyperloop* püsiühenduse julgeoleku ja turvalisuse teematikat võiks jagada kolmeks põhikomponendiks:

1. *Füüsiline julgeolek*
2. *Küberturvalisus*
3. *Transpordisüsteemi toimimisega seotud turvalisus ja riskid*



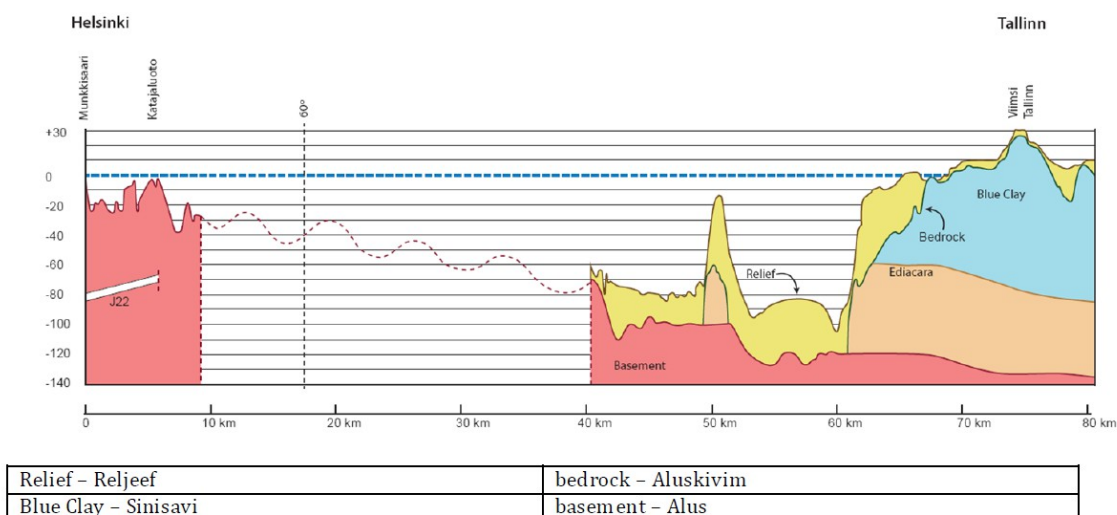


Terminali ja ümber oleva ala turvalisuse tagamine on vajalik kõigi kolme põhikomponendi tasemel, millega tuleks arvestada ka jaama arhitektuurses lahenduses. Samas tuleks silmas pidada seda, et kümne aasta perspektiivis võivad turvaprotokollid oluliselt muutuda. On piisavalt tõendeid, et lähitulevikus tänu tehnoloogilistele uuendustele füüsiline kontroll muutub nähtamatuks (pidevaks ja suures osas virtuaalseks). Samal põhimõttel võib toimida pileтите müük ja kontroll. *Hyperloop* süsteemi arendatakse põhimõttel, et iga kapsel on isejuhtiv ning käitub vastavalt kõigi ülejäänud süsteemis olevate kapslitega arvestades. Ehk selliselt projekteeritud transpordisüsteem on väga sarnane http protokoliga. Antud lähenemine teoreetiliselt teeb süsteemi ühtepidi väga töökindlaks ja füüsilises mõttes ohutuks, teistpidi aga äärmiselt haavatavaks küberrünnakute puhul.

Viimasel ajal levinud pandeemia valguses võib oletada, et ka bioloogiline turvalisus võib muutuda oluliseks teemaks transpordiühenduste kavandamisel ja opereerimisel. Väiksemad transpordiühikud-kapslid ja reisijate hajutamine päeva lõikes kindlasti teeksid bioloogilise turvalisuse tagamise veidi lihtsamaks. Kuid elanikkonna kõrgendatud mobiilsus ja hajutatud levila, mis aja jooksul muutub eluoluliseks vajaduseks tõstatab omaette küsimuse- mis saab siis, kui turvameetmete tagamise tagajärjel eluviisi määratlev transpordisüsteem üks kord seiskub.

## Tunnel

Tallinn-Helsinki tunneli rajamise võimalusi on uuritud *Talsinkifix* ja *Finestlink* projektides. Esmased geoloogilised andmed viitasid, et tunneli rajamine on mõistlik stabiilsesse moondekivimi kihti, mis lasub Soome lahe põhjas. Moondekivim moodustaks tunneli loomulikku ligi 50 m paksu veekindla kaitsekihti. Tunneli arvatav sügavus maapinnast varjeeruks mõnest meetrist Helsingi piirkonnas kuni 200 meetrini Tallinna piirkonnas, mis on tingitud põhja suunas allapoole langevast aluskorrast.



Soome lahe geoloogiline läbilõige. Allikas:Finestlink

Finestlink uute tehnoloogiate väljakutse raames (*Finestlink New Technology Challenge*) lisaks klassikalisele moondekivimisse puuritud tunnelile pakuti ideena välja nii nimetatud ankrutunnelit, mis on sisuliselt kas merepõhja uputatud või teatud sügavusel merevees hõljuv raudbetoonmoodulitest koosnev konstruktsioon. Siiski pidades silmas tihedat laevaliiklust Soome lahes on mõistlikum kaaluda väikese läbimõõduga puuritud tunnelit. Tulenevalt *Hyperloop* tehnoloogia eripärast, on sellist tunnelit võimalik ehitada kahel moel.

Esimene variant on ca 11 m läbimõõduga tunnel, mille sisse mahub kõrvuti kaks 5 m läbimõõduga toru. Selle variandi eeliseks on kindlasti sobiva puurimispea dimaetriaga puurimismasinate (TBM) olemasolu. Selgeks miinuseks aga väljakaevandatava graniidi liigne maht, mis moodustaks ca 150% kasulikust mahust.

Teine variant on kaks eraldi tunnelit kumbki läbimõõduga 6m. Sellisel juhul puurimine on efektiivsem ning ei teki liigset kaevandatavat kivimit. Kasuliku ja kaevandatava mahu suhe sel juhul ca. 1:1,44.

Reversiivse liiklusega 6 m läbimõõduga tunnel mis mahutab ühe 5 m toru ei ole magistritöö autori arvates mõistlik kuna selle läbilaskevõime moodustaks maksimaalselt 40% kahesuunalise tunneli omast, kuid väga piiratud eelarve tingimustes seegi variant võiks tulla kaalule.

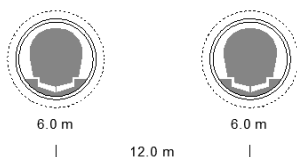
Kõigi kolme variandi puhul tuleks arvestada vähemalt kahe tehissaare rajamisega. Tehissaarte eesmärk on kiirendada tunneli ehitust, mis on võimalik lisa puurimismasinaid kasutades. Igale tehissaarele rajatakse vertikaalse šahti, mille põhja saaks tõsta kaks masinat, sel puhul samaaegselt töötavata masinate arv oleks kuni kuus. Tehissaarte rajamiseks sobivad madala veega alad, millest üks asub Aegna saarest umbes 15 km Põhjas (Tallinna madal) ja teine Jätkäsaari poosaarest ca. 20 km Lõunas (Helsingi madal). Juhul kui ohutusprotokollid seda ette näevad, siis läbi tehissaartele rajatud vertikaalsete šahtide on võimalik tagada evakuatsioon.

madalrõhu toru lõige



5.0 m

hyperloop tunneli lõige (variant 1)

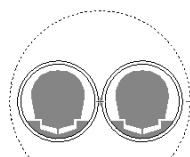


6.0 m

12.0 m

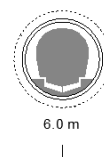
6.0 m

hyperloop tunneli lõige (variant 2)



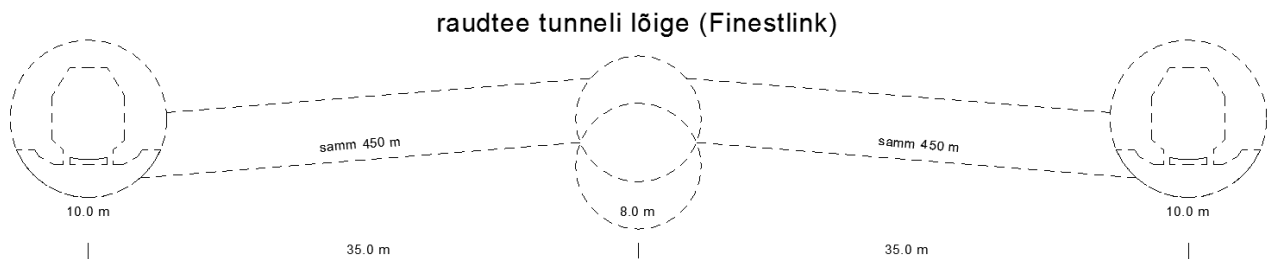
11.0 m

hyperloop tunneli lõige (variant 3, reversiivne liiklus)



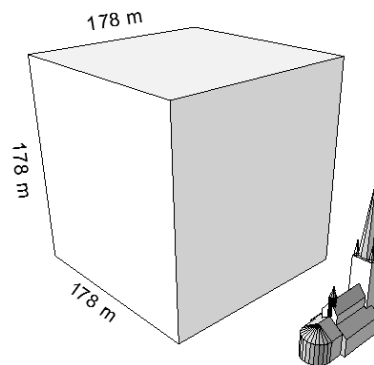
6.0 m

*Hyperloop* tunneli läbilõike variandid



Võrdluseks: raudtee tunneli läbilõige

Variant 2 puhul Tallinn-Helsingi lõigul väljakaevandatava kõrgekvaliteetse graniitkillustiku maht on ca 5.65 milj. kuupmeetrit, mis algse tiheduse puhul moodustaks kuubi küljepikkusega 178 m. Sellest mahust vähemalt 50% oleks Eesti käsutuses. Killustik leiaks osalist kasutust tehisaarte rajamisel, ülejäänud osa oleks võimalik transportida sadamatesse, et kasutada teede ehituses, või läbi Linnahalli taha rajatud püstšahti otse Tallinna kesklinna, seda eesmärgil kindlustada ja laiendada kaldajoont.



Tallinn- Helsingi 100 km pikkuse Hyperloop'i tunneli (variant 1) ehitusega kaasnev kaevandatava graniidi maht

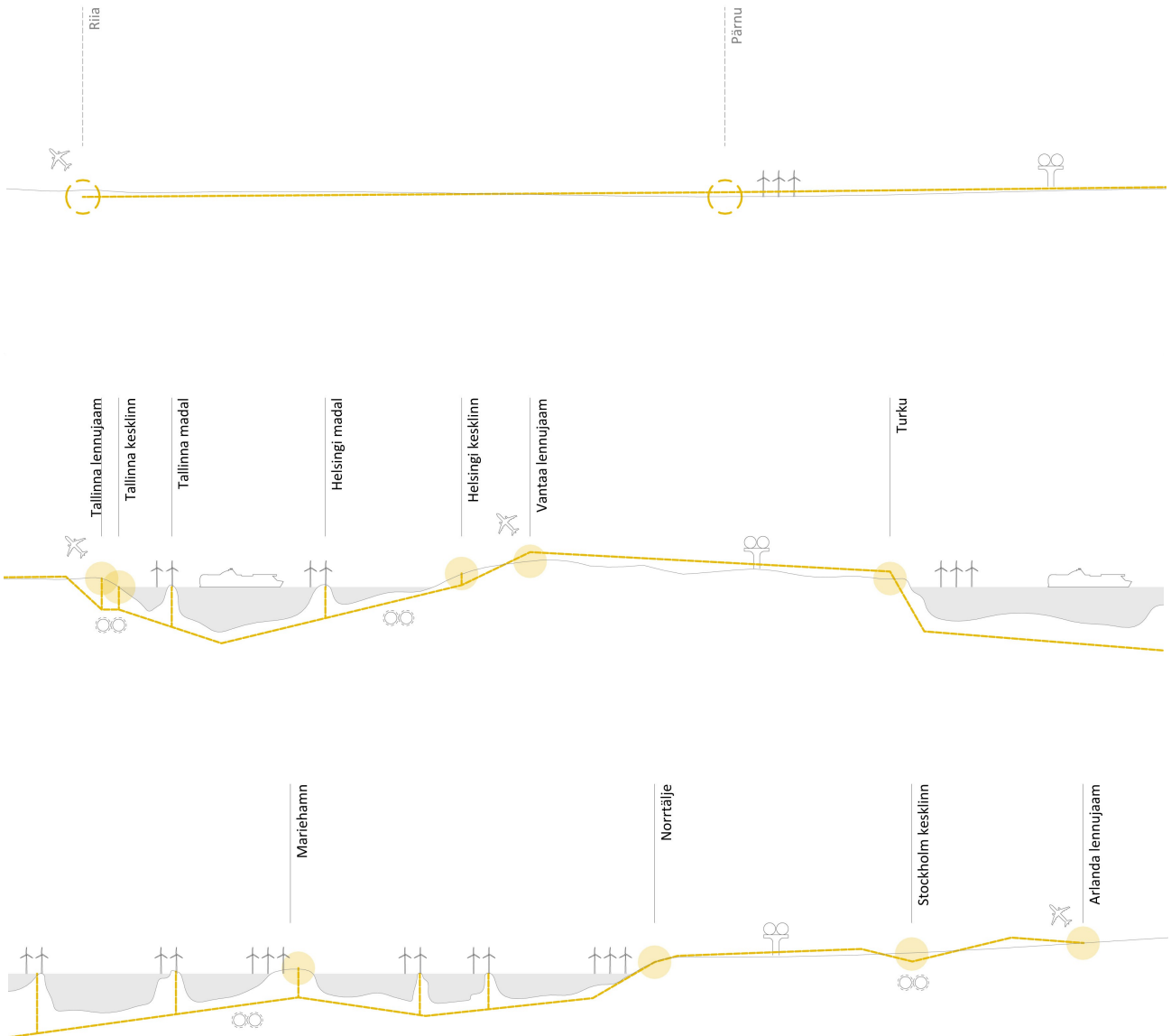
## Energia

Ramboll'i tehtud arvutuse järgi Stockholm-Helsinki liini tarbitav võimsus jääb ca 28 MW lähedale. Planeeritud peatuste arvust lähtudes jääb tõenäoliselt Tallinn-Helsinki liini energiatarve 20 MW lähedale. Kliimaneutraalsuse eesmärki silmas pidades tuleks eeldada et kogu süsteemis tarbitav energia peaks tulema taastuvatest allikatest, milleks tuulerohkesse Soome lahe akvatooriumisse sobiksid väga hästi tuulegeneraatorid. Tuulegeneraatori keskmise võimsuse puhul, mis jääb ca 1.5 MW, vajalik tuulegeneraatorite arv jääb 15-30 vahemikku. Võimsamaid generaatoreid kasutades generaatorite kogu arv väheneks mitmekordselt kuid see tõstaks oluliselt riski.

Süsteemis tarbitav energia sisuliselt jaguneb kaheks: valdav osa kulub liikumisvahendi-kapsli kiirendamiseks/aeglustamiseks ja ülejäänud vaakumilähedase rõhu tagamiseks., ehk suurem osa elektrienergiast kasutatakse ära terminali vahetus läheduses asuval ca. 3 km pikal kiirenduslõigul.

Marginaalne osa kulub terminalide töö ja veepumpade töö tagamiseks.

Süsteemi energiavarustusse kaasatud tuuleparke saaks rajada otse tehisaartele või nende lähedusse merre. Tuulepargid oleksid omaette maamärgiks, mis markerivad tehisaarte asukohti ja läbi selle *Hyperloop* trassikoridori kulgemist. Pole välistatud ka tehisaarte lisafunktsioonid. Kuna mõlemad tehisaared asuksid põhilistele laevateedele väga lähedal, siis sellised aktsioonid nagu ökoturism, kalapüük, laevade vaatlemisreisid, regatid jm. saaksid toimida põnevalt aktiivses keskkonnas.



Hyperloop taristu skemaatiline lõige

### III KOKKUVÕTE

Käesolev magistritöö on suunatud vähemalt kümme-viisteist aastat ees olevasse tulevikku ning tugineb tänapäeval lõpuni verifitseerimata transporditehnoloogiale. Magistritöö autor siiski usub, et *Hyperloop* tehnoloogia saab lähiaastatel areneda ohutuks ja majanduslikult tõsiseltvõetavaks alternatiiviks regionaalühenduste loomisel.

Autor mõistab, et töös tehtud järeldusi ja eskiislahendusi ei tohi võtta ainuõigetena, kuna paljud neist on tuletatud autori enda visioonist ja tuginedes isiklikule kogemusele ega baseeru varasemalt teostatud sarnastele projektidele.

Samal ajal autor on veendunud, et Läänemere põhjaosa ühendava kiirtranspordi võrgustiku potentsiaalne ruumiline ja sotsiaalmajanduslik mõju võib olla niivõrd suur, et selle täpsemaks hindamiseks on vajalik alustada mitmesse teadusharusse ulatuvat strateegilise planeerimise protsessi, mille üheks loogiliseks väljundiks oleks *Hyperloop* regionaalse transpordivõrgustiku tasuvusanalüüs selle kõige laiemas mõistes. Olulist rolli antud planeerimisprotsessis hakkab autori arvates mängima andmepõhine modelleerimine (nn. *digital twin*), mis on käesolevas töös puudu. Magistritöös käsitletud *Hyperloop* jaamade asukoha valiku kinnitamiseks või ümberlükkamiseks on vaja teostada täpsem transpordivõrgustiku ja ruumilise arengu simulatsioon, töötades välja ning võttes arvesse selget linnaehituslikku strateegiat ning võimalikku laiemat majanduslikku kasu (*wider economic benefits*), samuti aga tõsiselt arvestada EU liikmesriikide tasemel kokku lepitud kliimaneutraaluse põhimõttega. Samuti on tarvilik edasi uurida *Hyperloop* tehnoloogia võimalusi ja muid tehnoloogilisi alternatiive.

## IV ENGLISH SUMMARY

### *Hyperloop* as a potential Nordic-Baltic superregion connector

Finding a sustainable urban development strategy

This master thesis is an attempt to understand, how emerging transportation technology known as *Hyperloop* might affect urbanisation and help with sustainable urban development on the Nordic-Baltic region example. Author makes assumptions about the future urban development trends and design vision for the Nordic superregion powered by imaginary triple capital Tallinn-Helsinki-Stockholm with further possible addition of St. Petersburg and Riga.

The project focuses on urban development strategy based on structural analysis of Tallinn city. Author assumes, that planning transportation infrastructure properly is an efficient way to frame urban development in a sustainable way. On the other hand, author believes that providing a fast and reliable connection between Tallinn and major capital cities in the region will allow to alleviate environmental impact via optimizing shared use of existing and planned facilities as well as improve quality of life via better access to markets, resources and cultural landscapes.

The project focuses even more on finding the most favourable locations for the *Hyperloop* terminals in Estonian capital Tallinn, as well as finding decent architectural form and structure, functionality for the City center terminal while taking into consideration *Hyperloop* technical constraints, geology, topography, and public space design guidelines.

The result of this master thesis, as author sees it, would be a convincing vision for *Hyperloop* implementation strategy in the Nordic-Baltic region, that is helpful for initiation of the further planning and evaluation process.

Author expresses their appreciation to people, who provided insights and support for this thesis.

## V KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

London's Victorian *Hyperloop*: the forgotten pneumatic railway beneath the capital's streets

<https://www.newstatesman.com/future-proof/2013/12/londons-victorian-hyperloop-forgotten-pneumatic-railway-beneath-capitals-street>

Hyperloop One completes full-scale test run

<https://www.cnn.com/2017/07/12/hyperloop-one-completes-full-scale-test-run.html>

Finestlink Final Report

<http://www.finestlink.fi/wp-content/uploads/2018/02/FinEst-link-REPORT-FINAL-7.2.2018.pdf>

Pre-feasibility study of Helsinki–Tallinn fixed link Final Report, Harju County Government, City of Helsinki, City of Tallinn

[https://www.uudenmaanliitto.fi/files/17202/Tallsinkifix\\_julkaisu\\_2015\\_Pre\\_feasibility\\_study\\_of\\_Helsinki\\_Tallinn\\_fixed\\_link.pdf](https://www.uudenmaanliitto.fi/files/17202/Tallsinkifix_julkaisu_2015_Pre_feasibility_study_of_Helsinki_Tallinn_fixed_link.pdf)

Pre-feasibility study Stockholm – Helsinki using HyperloopOne technology. Short summary, 2016

<https://home.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/07/fs-links-pre-feasibility-study-summary.pdf>

SPATIAL ECONOMICS: THE DECLINING COST OF DISTANCE, Bain's Macro Trends Group, 2016

<https://www.bain.com/insights/spatial-economics-the-declining-cost-of-distance/>

Connectography: Mapping the Global Network Revolution | Parag Khanna 2016

The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World | Jeremy Rifkin 2013

Non-Places: An Introduction to Anthropology of Supermodernity, Marc Augé,

Tallinna üldplaneering 2001

Port of Tallinn Masterplan 2030 for the Old City Harbour

Eesti šelfi geoloogia, Eesti teaduste Akadeemia Geoloogia Instituut / Eesti geoloogiakeskus 1993