

Tuomas S. Jokipii 2022

Infran perusteita

INFRAN PERUSTEITA



Tuomas S. Jokipii

1.Painos 2022

SAATTEEKSI

Itseäni on aina kiinnostanut mm. opetustyö ja siihen liittyvän materiaalin tuottaminen. Olen toiminut pitkään mm. kouluttajana sekä opettajana ja mielestäni infra-alalla olisi hyvä olla selkeätajuinen ja kokonaiskuvan antava yleisjulkaisu. Toki oppilaitoksissa on spesifisiä julkaisuja tai oppimateriaalia oman oppilaitoksen opiskelijoille esim. opettajien toimesta. Itselläniikin oli aikanaan mm. professorieni O-P Hartikaisen, Jorma Mäntysen ja Harri Kallbergin ”prujuja”, mutta ne ovat kadonneet jo aikaa sitten.

Olen aloittanut tämän opuksen teon jo loppuvuonna 2020, mutta erilaiset kiireet yms. ovat viivästyttäneet tämän valmiiksi saattamista. Maailmalla on myös koettu paljon vuoden 2020 jälkeen (mm. kriisi Ukrainana alueella, nopea inflaatio, polttoaineen hintojen voimakas kohoaminen, korona...).

En ole ryhtynyt muuttamaan esimerkiksi vuoden 2020 tilastotietoja uusimpiin, sillä ne eivät ole kokonaiskuvan kannalta kovin merkityksellisiä. Tätä opusta voinee käyttää infra-alalla esim. peruskursseilla, sillä tässä ei vielä mennä kovin syvällisesti infran eri osa-alueiden teemoihin. Myös alasta kiinnostuneille tämä avanee hieman ”infra-alan moninaisuutta ja keskeistä roolia yhteiskunnan toiminnassa sekä sen taustalla”. Olen koonnut loppuun myös ”Lähteitä ja alan kirjallisuutta”, joka helpottaa lisätietojen etsimistä ja niiden löytämistä tarvittaessa. Otan mielelläni rakentavaa palautetta vastaan, ja mahdolliset virheet/epätarkkuudet tekstissä menevät omaan lukuuni.

Tutkintokoulutukseni:

Opettajaopinnot: Jyväskylän ammatillinen opettajakorkeakoulu (2006)

Tekniikan lisensiaatti (infra, (kansan)talous – TTY (2003))

Diplomi-insinööri (yhdyskuntatekniikka – TTKK (1999))

Laskentatoimen yo-merkonomi (Jyväskylän kauppaoppilaitos – 1992)

Poimintoja työkokemuksesta mm. infra- ja opetusalailla:

Tutkija (TTKK, TTY: n. 5 vuotta) - opettaja (Metropolia Ammattikorkeakoulu), kouluttaja (TTS, Työtehoseura): n. 8 vuotta - Helsingin kaupunki opetusala (projektityö) talopuolella - työnjohto ja kentällä työskentely (Helsingin kaupunki/STARA, Jyväskylän kaupungin maarakennusyksikkö, PTL-Tele) n. 2 vuotta. Myös talopuolella sekä infra- ja talonrakennusalan neuvontaan liittyvää työkokemusta on kertynyt sekä muodollinen pätevyys opettaa esim. lukiossa filosofiaa ja psykologiaa. Työura sinänsä on alkanut jo nuorena (mm. nuorten kirjojen arvostelija KSML, mainosten jako, hautausmaan hoito, kassa -myyjä, rakennusmies, kaukokaapelien asennus ...).

Jyväskylässä, lokakuussa 2022

© 2022 Jokipii, Tuomas S.

Kustantaja: BoD – Books on Demand, Helsinki, Suomi

Valmistaja: BoD – Books on Demand, Norderstedt, Saksa

ISBN: 978-952-80-6876-1

Sisällysluettelo

SAATTEEKSI.....	3
1. JOHDANTO.....	6
2. YLEISTÄ INFRASTA.....	7
2.1 MITÄ INFRA ON?.....	7
2.2 INFRAN TERMINOLOGIAA.....	8
2.3 INFRA JA SEN KANSANTALOUDELLINEN MERKITYS.....	15
3. LIIKENNE JA VÄYLÄT	17
3.1 LIIKENNEVÄYLÄT, JÄRJESTELMÄT JA SUORITTEET.....	17
3.2 KADUT.....	22
3.3 TIET JA YKSITYISET TIET.....	29
3.4 KADUN JA TIEN RAKENTEET.....	33
3.5 RAUTATIET	38
3.6 VESILIIKENNE	43
3.7 ILMALIIKENNE.....	46
4. VESIRAKENNUS JA -HUOLTO	48
4.1 YLEISTÄ	48
4.2 VESIRAKENNUS.....	49
4.3 VESIHUOLTO	53
5. INSINÖÖRI- JA ERIKOISRAKENTEET.....	57
6. TIETOVERKOT JA ENERGIAHUOLTO.....	62
7. JÄTEHUOLTO JA YMPÄRISTÖ	67
8. LIIKENNE, ELINKAARI JA PÄÄSTÖT	70
9. INFRA JA TULEVAISUUS	73
LÄHTEITÄ JA ALAN KIRJALLISUUTTA	76
LIITE 1 TILAVUUSKÄSITTEET JA MASSAKERTOIMET	85
LIITE 2 TYÖKONEEN KUSTANNUKSET	88

1. JOHDANTO

Tässä julkaisussa käsitellään infra-alaa siten, että lukija saisi mahdollisimman kattavan yleiskuvan ko. aihepiiristä. Tämä käynee sekä juuri mitään alasta aiemmin tietävälle että siihen jo tutustuneille. Pyrin parhaani mukaan esittämään asiat yleistajuisesti sekä loogisesti enenevällä tavalla.

Aluksi käsittelen infra-alaa yleisessä kontekstissa. Mukana on myös infraan liittyviä termejä. Seuraavaksi on esitetty laajemmin alan keskeisiä käsitteitä. Lisäksi luodaan yleiskatsaus infraan ja sen kansantaloudelliseen merkitykseen.

Seuraavaksi tarkasteluun otetaan liikenne ja väylät. Tässä yhteydessä esitellään väylien ryhmittelytapoja (mm. tie-, raide, vesi- ja ilmaliikenne) sekä eri liikennemuotojen verkkoja. Lisäksi käsitellään yksityiskohtaisemmin katuja, teitä ja niiden suunnittelua sekä rakennetta. Myös rakentamisesta syntyviä kustannuksia havainnollistetaan esimerkkien avulla sekä esitellään maarakennukseen liittyvät tilavuuskäsitteet muutaman laskuesimerkin avulla (sekä liitteessä 1. Tilavuuskäsitteet ja massakertoimet).

Vesirakennus ja huolto-osiossa käydään läpi em. aihepiiriin liittyviä yleisiä toimintaperiaatteita, rakenteita, veden hankintaa, kustannuksia ja viemäriverkkoa.

Insinööri – ja erikoisrakenteet on käyty läpi omana lukunaan (kuten mm. sillat ja tunnelit). Seuraavaksi käsitellään tietoverkkoja ja energiahuoltoa sekä jätehuoltoa ja ympäristöä.

Myös liikennettä, elinkaari-teemaa ja päästöjä tarkastellaan lyhyesti.

Lopuksi tehdään tämän hetken tilanteen lyhyt katsaus infran tilanteeseen ja sen tulevaisuuden näkymiin.

2. YLEISTÄ INFRASTA

2.1 MITÄ INFRA ON?

Infrarakentamisella tarkoitetaan laajempaa kokonaisuutta kuin varsinaisten maa- ja vesirakenteiden rakentamista.

Infrarakentamiseen kuuluvat väylien ja teknisten verkostojen lisäksi teollisuuden toimialan kaivosten avaukset, talonrakennusten perustus-, pohjarakennus- ja pihatyöt, maanalaiset rakenteet, kuten pysäköintihallit sekä erikoisalojen toimialalta infrarakentamiseen kuuluvat työt.

Infra Ry:n (2020) taholta todetaan puolestaan seuraavaa: **Infraa** ovat arjen kannalta välttämättömät tekniset rakenteet kuten kadut, tiet, radat, tunnelit ja sillat. **Infraa** ovat myös satamat ja lentokentät, sekä maan alla risteilevät tekniset verkostot, joissa kulkee vesi, lämpö, sähkö ja tieto. Virkistysalueet ovat vihreää ja virkistävää infraa. Yli neljäsosa Suomen rakentamisen kokonaisvolyyminä on *infran rakentamista ja kunnossapitoa*.

Liikenneinfrastrukturi käsittää fyysiset liikenneväylät (kadut, maantiet, yksityistiet, radat, raitiotiet, metro, lentokentät) rakenteineen ja ohjauslaitteineen ja –järjestelmineen (Vainio ja Nippala 2017). **Liikenneinfrastrukturi** palvelee erilaisia kotimaisia ja globaaleja toimitusketjuja sekä muita käyttäjiä. Raaka-aineet, välituotteet, komponentit, tuotteet ja palvelut liikkuvat toimitusketjuissa. Yritykset tarvitsevat liikenteen sujuvuutta, häiriöttömyyttä ja kustannustehokkuutta. **Liikenneinfrastruktuurin** yhtenäinen laatu on tärkeää, koska se vaikuttaa kaikkiin toimitusketjuihin. Yhtenäinen laatu tarkoittaa mm. liikenneverkon kantavuutta, kapasiteettia ja turvallisuutta (WSP Finland Oy 2017). Toimiva liikenneinfrastrukturi mahdollistaa näin ollen sekä henkilö- että tavaraliikenteen (logistiikka) liikkumisen paikasta toiseen – ja on niiden elinehto.

Liikennejärjestelmä muodostuu liikenneväylistä, henkilö- ja tavaraliikenteestä sekä liikennettä ohjaavista järjestelmistä. Maankäytön ja liikennejärjestelmän suunnittelussa huomioidaan ihmisten ja elinkeinoelämän tarpeet (Vainio ja Nippala 2017).

Liikenneinfrastruktuurihankkeen lähtökohtana on pääsääntöisesti *kolme* eri tyyppistä tarvetta. **Maankäyttöllinen tarve** syntyy uuden maankäyttöalueen rakentamisesta tai alueiden kasvusta. **Liikenteellinen tarve** syntyy, kun nykyisen väylän palvelutaso on riittämätön suhteessa kysynnän laatuun tai määrään. **Haittojen poistamisen tarve** puolestaan syntyy esimerkiksi suurista ympäristövaikutuksista tai heikosta liikenneturvallisuustilanteesta Toissijaisina syinä voi olla mm. *elinkeinoelämän edistäminen tai aluekehityksen tukeminen* (Liimatainen et al. 2017).

2.2 INFRAN TERMINOLOGIAA

Tähän on koostettu joukko infran sanastoa, mutta moni termeistä on yleisesti käytössä myös muussa kuin ”infrayhteisessä”.

ampuminen, räjäytys(työ) = *Räjäytystyöllä* tarkoitetaan kaikkea sellaista työtä, jossa käsitellään, käytetään tai säilytetään räjähteitä. Ammattiterminä räjäyttämistä käytetään usein ”*ampumista*”.

asemakaava = *Asemakaava* on maankäytön suunnittelussa eli kaavoituksessa yksityiskohtaisin kaava. Siinä keskitytään johonkin kunnan osaan. Asemakaavassa osoitetaan kunnan osa-alueen käytön ja rakentamisen järjestäminen, ja siten luodaan perusta maanomistajien ja kunnan välisten suhteiden muotoutumiselle.

BKT = *Bruttokansantuote* on kaikkien maassa tuotettujen tavaroiden ja palveluiden arvo yhden vuoden aikana. BKT:tä käytetään yleensä ilmaisemaan maan vaurautta ja hyvinvointia.

elinkaari = *Elinkaarella* tarkoitetaan tuotteen tai palvelun kaikkia vaiheita; mukaan lukien raaka-aineiden hankinta ja tuotteesta syntyvien jätteiden loppukäsittely tai palvelun lopettamiseen liittyvät tapahtumat.

erikoisrakenteet = *Erikoisrakenteita* ovat esimerkiksi padot, kanavarakenteet, meluseinät, tukimuurit, tunnelit, korkeat kallioleikkaukset, laiturit, merimerkit, vesitornit ja mastot.

geotekniikka = *Geotekniikka* on tekniikan osa alue, joka käsittelee maa- ja kallioperän teknisiä ominaisuuksia ja niiden soveltamista maa- ja pohjarakentamiseen. Voisi ajatella, että geomekaniikka on puolestaan erityisesti ’maaperän’ lujuusoppia.

HA = henkilöauto (käytetty lyhenne)

hallinnollinen luokitus = *Hallinnollisella luokituksella* tarkoitetaan esimerkiksi jaottelua maanteihin, katuihin ja yksityisteihin.

hidaskatu = *Hidaskatu* on ominaisuuksiltaan sellainen, että yli 30 km/h ajonopeuksien käyttö ei ole luontevaa. Päälyste, poikkileikkaus ja geometria valitaan hidaskadun luonteen mukaan. Olemassa oleva katu voidaan muuttaa hidaskaduksi hidastimia rakentamalla.

hiilijalanjälki = *Hiilijalanjäljellä* tarkoitetaan ihmisen toiminnan aiheuttamia ilmastopäästöjä. Voidaan määrittää yritykselle, organisaatiolle, toiminnalle tai tuotteelle. Huomioi, että hiilidioksidipäästöjen lisäksi on myös muita merkittäviä kasvihuonekaasupäästöjä, kuten metaani ja typpioksiduuli (Sitra 2020). Tässä pitäisi mielestäni ajatella laajemminkin ihmisten käyttämiä, erityisesti uusiutumattomia luonnonvaroja sekä kokonaisjalanjälkeä (vrt. (tuotteen) elinkaari).

hydrologia = Hydrologia on tiede, joka tutkii maapallon vesiä. Se käsittelee veden jakautumista ja kiertoa maapallolla sekä sen yhteyksiä niin elolliseen kuin elottomaan ympäristöönsä. Käytännön hydrologiassa käsitellään lähinnä veden kiertokulun eri vaiheita ja niiden keskinäisiä vuorovaikutuksia erilaisissa ilmasto- ja maantieteellisissä olosuhteissa (RIL 124-1 Vesihuolto I).

hyöty-kustannusanalyysi = *Hyöty-kustannusanalyysillä* tarkoitetaan menetelmää hankkeen eri toteuttamisvaihtoehtojen kustannusten ja hyödyn vertailemiseksi. Tuloksia voidaan esittää mm. kustannus/hyöty- suhteina. Toisella tapaa voidaan myös sanoa, että hyöty-kustannusanalyysissä

arvioidaan väylänpidon kustannusten (rakentamis- ja ylläpitokustannukset) ja hankkeiden toteuttamisesta seuraavien rahamääräisten nettohyötyjen muutosta.

infrastrukturi = *Infra eli infrastrukturi* on jonkin toiminnan, järjestelmän tai muun sellaisen pohjana olevat rakenteet ja perusedellytykset, usein yhteiskunnan toiminnan mahdollistavat palvelut ja rakenteet (esim. liikenneyhteydet, energian saanti). *Yhdyskunnan infraverkosto* olisi esimerkiksi näin ollen jonkin tietyn alueen kadut, vesiväylät, radat, jätehuolto, vesihuolto, energiahuolto jne.

jalkakäytävä = Jalkakäytävä on yksinomaan jalankulkuliikenteelle tarkoitettu reunatuella tai erotuskaistalla ajoradasta erotettu liikenneväylän osa.

julkinen hankinta = *Julkiset hankinnat* erotetaan muista hankinnoista siten, että niiden tekijöinä ovat laissa tarkoitetut hankintayksiköt.

KA = kuorma-auto (käytetty lyhenne)

kaavoitus = *Kaavoitus* on alueiden käytön ja rakentamisen sääntelyä, jolla päätetään eri toimintojen, kuten asumisen ja työpaikkojen sijoittuminen kaupungin alueelle.

kaivuvastus = Kaivuvastuksella tarkoitetaan sitä voimaa, joka tarvitaan maan irrottamiseen ja kauhan tai muun kaivulaitteen liikuttamiseen maassa kauhan täyttymisen yhteydessä.

kalliorakennus = *Kalliorakennus* on rakennustoimintaa, jonka kohteena on kallioperä. Se on erilaisten tilojen rakentamista kallion sisään tai kiviaineksen pois louhintaa.

kansantalous = *Kansantalous* tarkoittaa yhteiskunnan talouden muodostamaa kokonaisuutta.

kantatie = pääverkkoa täydentävä tie(stö)

katselmus = *Katselmus* on toimenpide, joka pidetään yleensä kaikissa rakennuspaikan lähistön kohteissa, joissa epäillään työn voivan aiheuttaa joitakin vahinkoja tai haittoja. Perusideana on tällöin se, että ko. kohde tarkastetaan ennen kuin mitään on tehty ja sitten uudelleen, kun työ on tehty. Nykyaikana esimerkiksi valo- ja videokuvaaminen on nopea ja luotettava tapa dokumentoida näkyviä kohteita (ja niiden mahdollisia muutoksia).

katu = *Kadulla* tarkoitetaan asemakaavassa liikennekäyttöön osoitettua yleistä väylää. Katualueeseen kuuluvat myös maanalaiset, maanpäälliset sekä yläpuoliset johdot, laitteet ja rakenteet.

kelluvan auton menetelmä = *Kelluvan auton* menetelmän nimi tulee siitä, että *mittausauto ajaa liikennevirran mukana muun liikenteen seassa käyttäen henkilöautoliikenteelle tarkoitettuja kaistoja*. Mittaukset pyritään tekemään normaaliolosuhteissa. Jos mittausreitillä sattuu olemaan poikkeuksellisia tilanteita, jotka vaikuttavat mittausajon kestoon, ne kirjataan muistiin (mm. Perasto-Bernitz 2010).

kilpailutus = *Kilpailutuksella* tarkoitetaan menettelyä, jossa pyydetään tarjouksia tavaran, palvelun tai rakennusurakan toimittajilta ja valitaan hinnaltaan halvin tai kokonaistaloudellisesti edullisin tarjous. *Julkisyhteisön* tai muun hankintayksikön on kilpailutettava *kynnysarvon* ylittävä julkinen hankinta.

kirjanpitoarvo = *Arvo* (rahallinen), jolla jokin tuotannontekijä, esim. raaka-aine, on kirjattu kirjanpitoon.

klotoidi, ympyräkaari, suora = *Tielinjan suunnitteluelementteinä* käytetään suoraa, ympyräkaarta ja siirtymäkaarta. Siirtymäkaarena käytetään yleensä klotoidia. Katualueella saattaa riittää vain suora ja ympyräkaari (mm. melko alhaiset nopeusrajoitukset vs. tiet).

klusteri, infraklusteri = *Klusteri* (rypäs) yleisterminä tarkoittaa joukkoa samantyyppisiä kohteita, jotka kasvavat tai muulla tavoin pysyvät yhdessä. Toiminnallisten kohteiden muodostaman klusterin osien ajatellaan useimmiten jollain tavalla hyötyvän keskinäisestä yhteydestään toisiinsa ja klusteriin kokonaisuutena. Myös *vuorovaikutus* yleensäkin klusterin eri toimijoiden välillä on oleellista.

kokonaishyöty = *Kokonaishyödyllä* tarkoitetaan taloudellisia, havaittavia ja emotionaalisia hyötyjä. Koettu kokonaishyöty muodostuu odotusten ja koetun laadun yhdistelmästä.

kuormituskertaluku = Liikenteen aiheuttamaa räsitusta kuvataan kuormituskertaluvulla (KKL) eli standardiakselin ylityskertojen lukumäärällä.

KKVL = Kesän (kesä-elokuu) keskimääräinen vuorokausi- liikenne

KVL = Vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne (mitattu ajoneuvomäärä).

käyttöarvo = *Käyttöarvo* on mihin tahansa tavaraan sidottu puhtaasti laadullinen määre, joka määrittyy sen joltain tarvetta tyydyttävien ominaisuuksien perusteella. Käyttöarvot kohtaavat toisensa markkinoilla määrällisten vaihtoarvojen suhteuttamina. (Lisää termistä mm. Jokipii 2003, ja Rantanen 2010).

laatujohtamismalli = Laatujohtamisen toteuttamista varten tarkoitettu organisaation rakenne, vastuut, menettelyohjeet, prosessit ja resurssit.

lait ja asetukset = Laki on eduskunnan hyväksymä säädös sekä laajemmassa merkityksessä lainsäädäntöä tai voimassa olevaa oikeutta tarkoittava ilmaus. Asetus (lainvalmistelu) on kotoperäinen säädös, jonka voi antaa tasavallan presidentti, valtioneuvosto tai ministeriö.

louhintatyö = Louhintatyöllä tarkoitetaan kallion tai mineraalin irrottamista oheistöineen (esimerkiksi räjäyttämällä, iskuvasaralla lyömällä tai kiilaamalla).

lentoasema = *Lentoasema* on säännöllistä lentoliikennettä varten rakennettu alue, jota käytetään ilma-alusten lentoonlähttöön ja laskuun. Virallisen määritelmän mukaan lentoasema on lentopaikka, jossa ilmaliikennepalvelu on pysyvästi järjestetty.

liikennejärjestelmä = *Liikennejärjestelmä* on osa meidän kaikkien arkea. Se on ympäristöä, jossa toimimme ja liikumme. Liikennejärjestelmällä tarkoitetaan siis kokonaisuutta, joka muodostuu kaikki liikennemuodot kattavasta henkilö- ja tavaraliikenteestä, niitä palvelevista liikenneverkoista, viestintäyhteyksistä ja tiedosta sekä liikenteen palveluista, liikennevälineistä ja liikennettä ohjaavista järjestelmistä (Traficom 2020). Hieman toisin: *Liikenne* on osa kansalaisten ja yritysten päivittäistä elämää. Liikenne on johdettua kysyntää ja syntyy tarpeesta siirtää ihmisiä, tavaroita tai tietoa paikasta toiseen. Liikenteen toimiminen sujuvasti ja turvallisesti edellyttää liikennevälineitä, liikenteen ohjausta ja hallintaa, liikennetietoa ja -palveluita, infrastruktuuria sekä kaikkia näitä ohjaavia säädöksiä. Tätä kokonaisuutta kutsutaan *liikennejärjestelmäksi* (Liikennevirasto 2018).

liikennemuodot = *Liikennemuotoja* ovat maa-, vesi-, raide ja ilmaliikenne. Laajemmin tarkasteltuna voitaisiin mukaan ottaa mm. tietoliikenne.

Tässä julkaisussa käsitellään infra- alaa siten, että lukija saisi mahdollisimman kattavan yleiskuvan ko. aihepiiristä. Tämä käynee sekä juuri mitään alasta aiemmin tietäville että jo siihen tutustuneille.

Aluksi käsitellään infra- alaa yleisessä kontekstissa. Mukana on myös infraan liittyviä termejä. Lisäksi luodaan yleiskatsaus infraan ja sen kansantaloudelliseen merkitykseen.

Seuraavaksi tarkasteluun otetaan liikenne ja väylät. Tässä yhteydessä esitellään väylien ryhmittelytapoja (mm. tie- , raide- , vesi- ja ilmaliikenne) sekä eri liikennemuotojen verkkoja. Lisäksi käsitellään yksityiskohtaisemmin katuja, teitä ja niiden suunnittelua sekä rakennetta. Myös rakentamisesta syntyviä kustannuksia havainnollistetaan esimerkkien avulla sekä esitellään maarakennukseen liittyvät tilavuuskäsitteet muutaman laskuesimerkin avulla.

Vesirakennus- ja huolto- osiossa käydään läpi em. aihepiiriin liittyviä yleisiä toimintaperiaatteita: rakenteita, veden hankintaa, kustannuksia ja viemäriverkkoa.

Insinööri- ja erikoisrakenteet on käyty läpi omana lukunaan (kuten mm. sillat ja tunnelit). Seuraavaksi käsitellään tietoverkkoa ja energiahuoltoa sekä jätehuoltoa ja ympäristöä.

Myös liikennettä, elinkaari-teemaa ja päästöjä tarkastellaan lyhyesti.

Lopuksi tehdään tämän hetken tilanteen lyhyt katsaus infran tilanteeseen ja sen tulevaisuuden näkymiin.