SITOWISE

Green Arctic Business Port

Selvitys liittyen kiinteiden bulk-materiaalien logistiikkaan Ajoksen alueella

RAPORTTI 31.8.2026



Sisällysluettelo

Työn tausta ja tavoitteet

Nykytila ja logistiset toimintamallivaihtoehdot

- Ajoksen sataman nykytila
- Nykyinen toimintamalli
- Logistiset toimintamallivaihtoehdot ja niiden vertailu

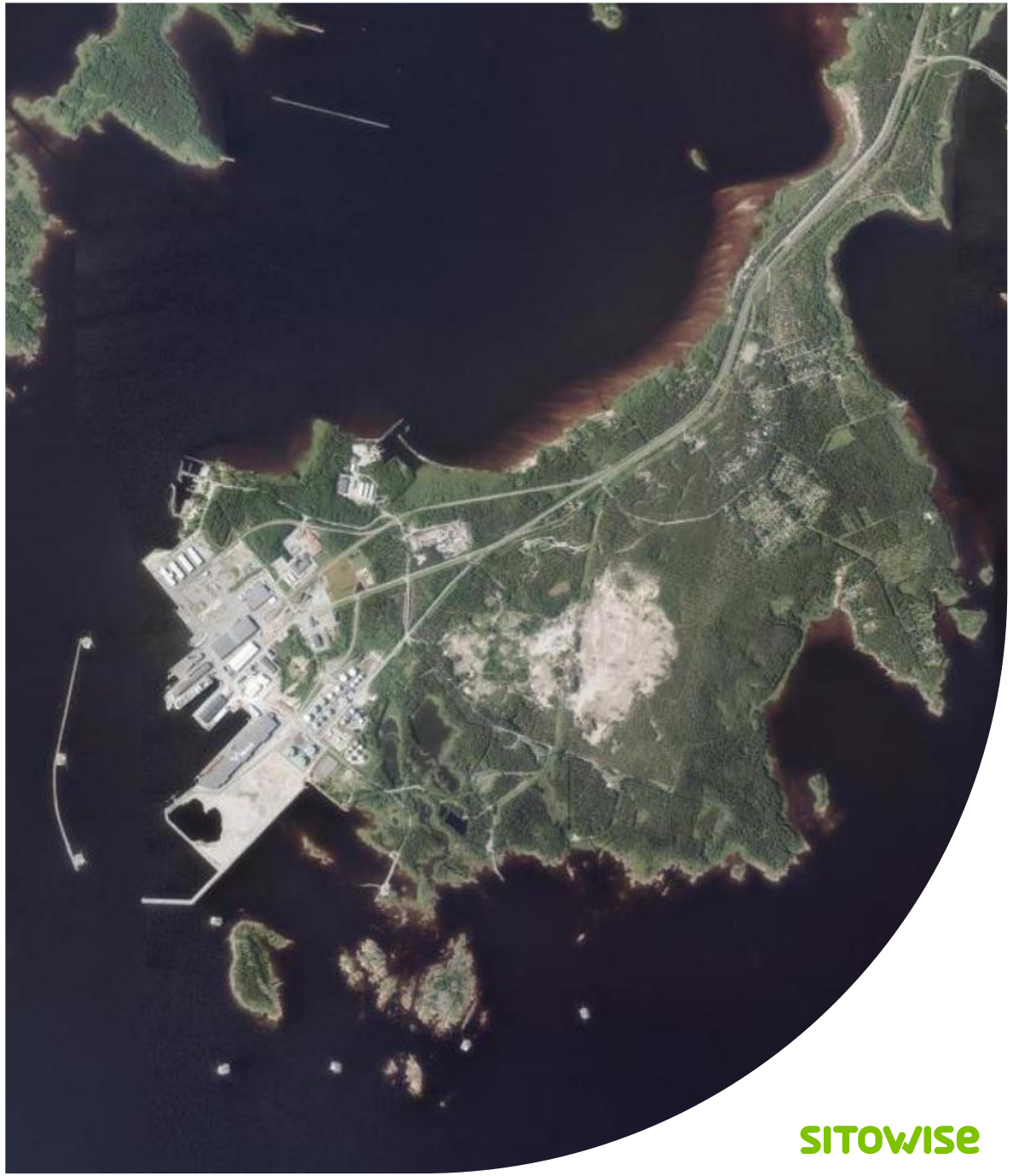
Skenaariotarkastelut

- Kehitysskenaariot
- Laiturikapasiteetti
- Varastointikapasiteetti
- Junapurku
- Kumipyöräliikenne
- Skenaarioiden yhteenveto

Investointitarpeet ja suositeltu kehityspolku

- Investointiarvioiden lähtökohdat
- Investointiarviot
- Riskit ja epävarmuudet
- Suositeltu kehityspolku

Liitteet



SITOWISE

Työn tausta ja tavoitteet

GREAT-hanke (Green Arctic Business Port) on Kemin Digipoliksen vetämä kehittämishanke, jossa tarkastellaan Ajoksen alueen valmiuksia vastata vihreän siirtymän, teollisten investointien, logistiikan ja huoltovarmuuden tuleviin tarpeisiin. Tämä bulk-logistiikkaa koskeva selvitys on yksi hankkeen taustaselvityksistä, ja sen tarkoituksena on tuottaa alueen suunnittelua, maankäyttöä ja investointien vaiheistamista tukevaa tietoa.

Selvityksen tavoitteena on muodostaa jäsennelty kokonaiskuva Ajoksen sataman nykyisestä bulk-logistiikasta, tunnistaa nykyisen toimintamallin kapasiteettirajat sekä arvioida vaihtoehtoisia kehittämispolkuja materiaalivirtojen kasvaessa. Tarkastelu kohdistuu erityisesti siihen, milloin nykyiset toimintamallit eivät enää riitä ja millaisia investointeja tehokkaampi ja toimintavarmempi bulk-logistiikka edellyttää.

Selvityksen tarkoituksena on tuottaa Digipolikselle ja Kemin kaupungille päätöksenteon tueksi selkeä ja vertailukelpoinen näkemys sataman logistisista vaihtoehdoista, niiden tilantarpeesta, investointiluokista ja kehittämisen vaiheistuksesta. Koska raportti on julkinen, tarkastelu perustuu ensisijaisesti julkisiin lähteisiin ja raportoinnissa vältetään yrityskohtaisia sensitiivisiä tietoja. Työn tavoitteena on arvioida, kuinka hyvin Ajoksen sataman nykyinen infrastruktuuri ja toimintamalli soveltuvat kasvavien bulk-materiaalivirtojen käsittelyyn, tunnistaa kapasiteettirajat ja pullonkaulat sekä vertailla vaihtoehtoisten logististen toimintamallien investointi-, tila- ja toteutettavuusvaikutuksia. Lisäksi työ tuottaa lähtötietoa kaavoituksen ja infrastruktuurisuunnittelun tueksi erityisesti varastoinnin, laiturikapasiteetin, junapurun, takamaaliikenteen ja maa-alueiden tarpeista.

Raportin ensimmäisessä osassa kuvataan Ajoksen mineraaliterminaalin nykytila sekä esitellään työssä tarkasteltavat logistiset toimintamallivaihtoehdot. Toisessa osassa määritellään työssä tarkasteltavat kuljetusskenaariot sekä analysoidaan niiden vaikutukset kehittämistarpeille. Näiden pohjalta määritetään investointitarpeet ja suositeltu kehityspolku. Työn aikana laadittiin simulointimalli satama-alueen operoinnin tarkasteluihin. Mallia on mahdollista hyödyntää myös tulevissa suunnitteluvaiheissa.

Selvitys on laadittu Kemin Digipoli Oy:n toimeksiannosta Sitowise Oy:ssä, jossa työtä ovat olleet tekemässä Pirkka Hartikainen, Iida-Maria Seppä, Jussi Kokkinen ja Niklas Salminen.

Nykytila ja logistiset toimintamallivaihtoehdot



Ajoksen sataman nykytila

Ajoksen satamassa käsitellään tällä hetkellä suhteellisen rajallisia määriä kiinteitä bulk-materiaaleja, mutta sataman asema pohjoisen teollisuuden ja kaivannaissektorin logistisena solmukohtana tekee siitä potentiaalisen kasvupisteen tuleville materiaalivirroille. Nykytilassa satamaan saapuu rikasteita kumipyöräkuljetuksina. Satamassa rikasteet siirretään varastoon, josta ne lastataan jatkokuljetukseen joko aluskuljetuksena tai rautatiekuljetuksena. Lähivuosina jatkokuljetuksista merkittävä osa on lähtenyt rautateitse. Rikastekuljetusten lisäksi Ajoksen kautta saapuu muita bulk-kuljetuksia, jotka saapuvat meritse ja jatkavat satamasta kumipyöräkuljetuksina.

Tässä selvityksessä tarkasteltu bulk-logistiikka on keskittynyt niin sanotun mineraali-terminaalin alueelle Ajoksen sataman luoteisosassa. Mineraaliterminaalin nykyinen infrastruktuuri muodostuu Laiturista 2, katetuista varastotiloista (5 kpl), kenttäalueista sekä raide- ja tieyhteyksistä, joiden avulla materiaaleja voidaan vastaanottaa meri-, rautatie- ja maantiekuljetuksina. Satama-altaan haraussyvyys on 11,2 metriä, ja tässä työssä on oletettu sen mahdollistavan aluskooksi korkeintaan 20 000 tonnia lastia ottava alus. Mineraaliterminaalin varastojen edustalla on laiturivaraus (Laituri 1), jonka kohdalla veden syvyys on matalampi. Nykyiset varastot ovat yhteensä noin 16 000 m^2. Varastojen edessä sijaitsee kaksi lastaus-/purkuraidetta, joiden pituus on noin 240 metriä.



Nykyistä toimintaa arvioitaessa keskeisiä tarkastelukohteita ovat sataman käsittelykapasiteetti, katettujen varastojen riittävyys, eri materiaalien erillään pidon mahdollisuudet sekä laiturialueiden käyttöaste eri liikennöintitilanteissa. Lisäksi on tarpeen tunnistaa toiminnan reunaehdot, kuten pölynhallinnan vaatimukset, ympäristöluvitukseen liittyvät näkökohdat ja satama-alueen toiminnalliset rajoitteet. Nykytilan analyysin tavoitteena on määrittää, millaisille materiaalivirroille ja kuinka suurille volyymeille nykyinen toimintamalli on vielä realistinen, sekä tunnistaa ne pullonkaulat, jotka rajaavat toiminnan laajentamista ilman merkittäviä investointeja.

Nykyinen toimintamalli

Nykyinen toimintamalli toimii tehokkaasti nykyisille virroille. Malli pohjautuu kolmen bulk-kontin jatkuvaan kiertoon, jossa yksi kontti on aina varastolla täytettävänä, yksi laiturilla tyhjennettävänä ja yksi kuljetuksessa. Yhdessä kontissa on noin 70–80 tonnia rikastetta (35–40 m^3).

Kahmarilla lastausteho on noin 250 m^3/h, eli raskaammilla rikasteilla noin 500 t/h ja kevyemmillä mineraaleilla noin 200–250 t/h. Kaikkein pienimmillä bulk-aluksilla painolastiveden tyhjennys on toisinaan lastausta hidastava tekijä.

Purkuteho on käytännössä sama kuin lastausteho, mutta mikäli mineraalit puretaan aluksesta suoraan kuljetukseen, tarvittu lastaustarkkuus hidastaa hieman toimintaa.

1. Rikaste saapuu HCT-yhdistelmillä, joista se puretaan varastoihin



2. Rikaste lastataan bulk-konttiin varastosta. Kontin siirtoon tarvitaan vetomestari ja nostosiirtovaunu



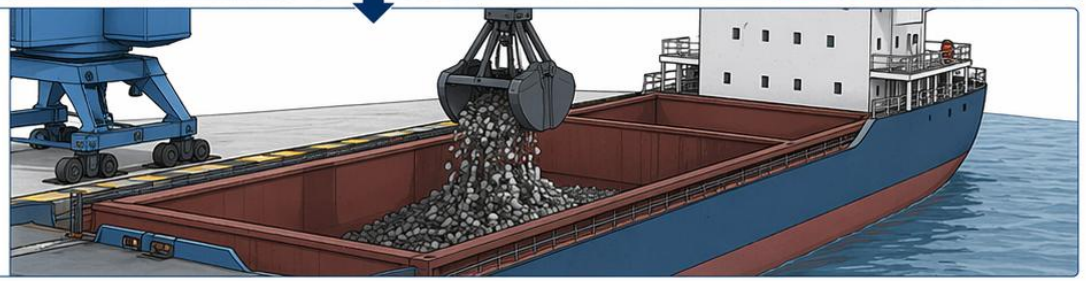
3. Vetomestari siirtää kontin laiturille ja palauttaa tyhjän kontin varastolle



4. Kolmen kontin kierrolla laiturilla on aina kontti, josta laivaa lastataan



5. Kahmari siirtää rikasteen alukseen



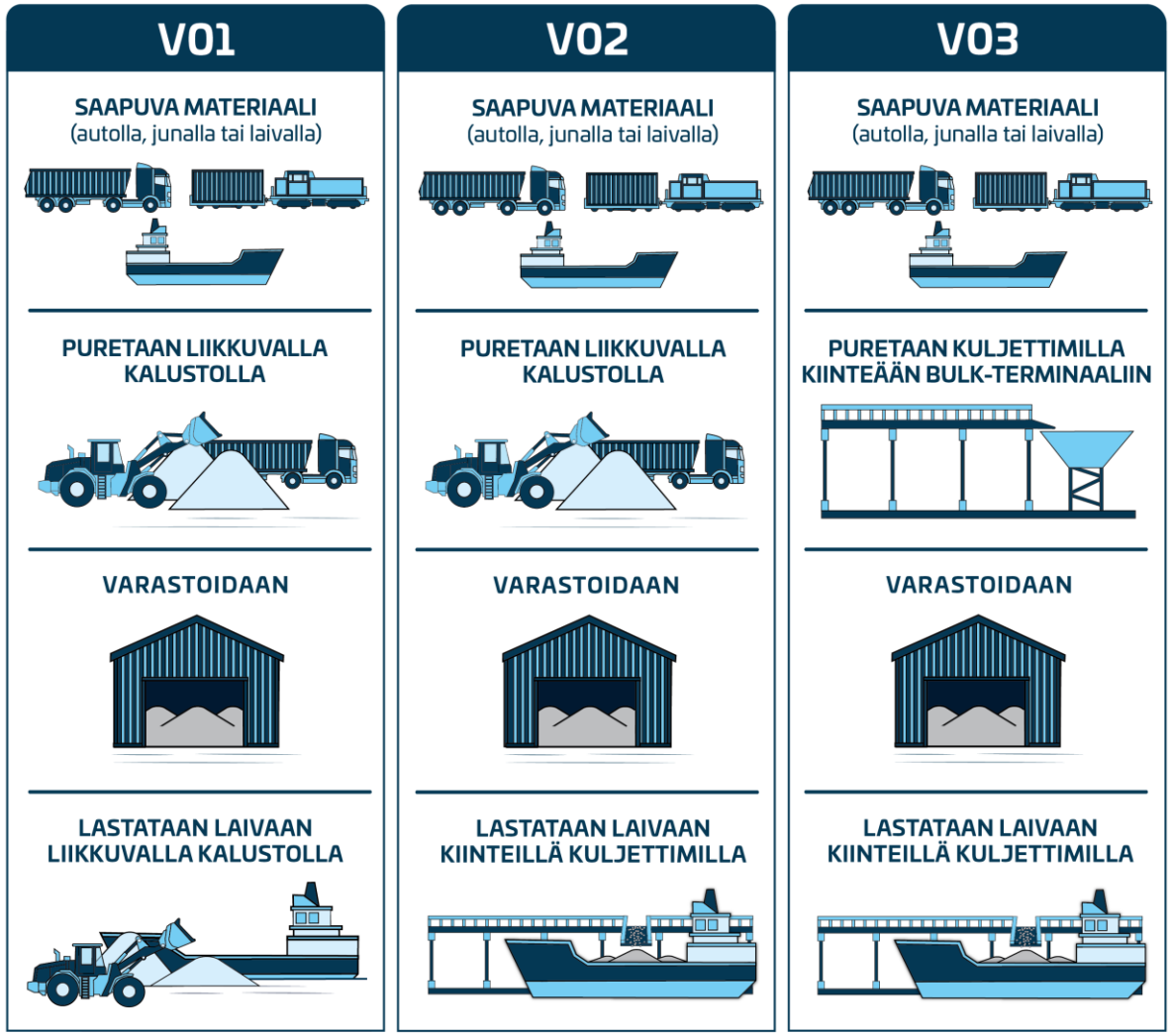
Logistiset toimintamallivaihtoehdot

Selvityksessä tarkastellaan kolmea logistista ratkaisuvaihtoehtoa, jotka edustavat erilaisia kehitystasoja nykyisestä toimintamallista kohti kiinteämpää ja suurempia volyymeja palvelevaa bulk-terminaaliratkaisua.

Vaihtoehto VE0 perustuu nykytyyppiseen toimintamalliin, joka on esitelty edellä

Vaihtoehdossa VE1 laivojen lastausta ja purkua tehostetaan kiinteällä lastauslaitteistolla, mutta varastojen täyttö ja sataman sisäinen materiaalinsiirto perustuvat edelleen osin liikkuvaan kalustoon. VE1-vaihtoehdon yhteydessä voidaan tarkastella myös toisen laiturin rakentamista mineraaliterminaalin alueelle. Mikäli toinen laituri toteutetaan perinteisenä laiturina, voidaan sataman kapasiteettia lisätä säilyttäen nykytyyppisen operoinnin joustavuus ja mahdollisuus käsitellä materiaaleja myös liikkuvalla kalustolla. Mikäli toinen laituri toteutetaan tihtaalilaiturina, se ohjaa ratkaisua kiinteämpään suuntaan, koska tehokas bulk-materiaalien lastaus ja purku edellyttää käytännössä kuljetinratkaisua.

Vaihtoehdossa VE2 muodostetaan kiinteä bulk-terminaali, jossa materiaalivirrat etenevät juna- tai rekkapurusta kuljetinjärjestelmän kautta katettuun varastoon ja edelleen laivakuormaimeen. Tässä vaihtoehdossa myös toinen laituri voidaan nähdä osana terminaalikokonaisuutta, erityisesti jos tavoitteena on lisätä laivakapasiteettia tai mahdollistaa rinnakkaiset lastaus- ja purkutoiminnot.



SITOWISE

Toimintamallien vertailu

Ominaisuus	VE0	VE1	VE2
Pääasialliset laitteistot	Pyöräkuormaajat, kontit, vetomestarit ja nostosiirtovaunu sekä laiturilla käytettävä liikkuva kalusto.	Kiinteä lastauslaitteisto, pyöräkuormaajat purussa. Alavaihtoehtona perinteinen toinen laituri tai tihtaalilaituri, joka edellyttää kuljetinratkaisua.	Juna- ja/tai rekkapurkuratkaisut, kiinteä kuljetinjärjestelmä, laivakuormain sekä pölynhallintajärjestelmät. Tihtaalilaituri on luonteva osa kuljetinpohjaista kokonaisuutta.
Soveltuva volyymitaso	Pieni–kohtalainen volyymitaso; soveltuu parhaiten tilanteisiin, joissa bulk-virrat ovat hajanaisia tai kokonaisvolyymi on vielä rajallinen ja aluskoko on pieni.	Kohtalainen volyymitaso; soveltuu erityisesti tilanteisiin, joissa laivojen lastausta ja/tai purkua on tarpeen tehostaa ennen täysimittaista terminaaliratkaisua.	Suuri volyymitaso; soveltuu parhaiten tilanteisiin, joissa bulk-virrat ovat pysyviä, suuria ja edellyttävät korkeaa käsittelytehokkuutta.
Tilantarve	Kohtalainen. Operointi vaatii tilaa mutta kiinteitä rakenteita on vähän.	Kohtalainen. Kumipyöräliikenteen operointi vaatii edelleen tilaa, kiinteät kuljettimet varaavat tilaa.	Suuri kokonaisjärjestelmän tilantarve, mutta tilankäyttö on toiminnallisesti tehokas ja hallittu suhteessa käsiteltävään volyymiin.
Investointi-luokka	Matala.	Keskisuuri, mutta voi nousta korkeammaksi, jos ratkaisuun liitetään toinen laituri.	Korkea.
Operatiiviset hyödyt	Pieni investointitarve, joustavuus erilaisten materiaalien ja satunnaisten virtojen käsittelyssä sekä nopea käyttöönotto ilman laajoja rakenteellisia muutoksia.	Parantaa laivojen lastauksen ja purun suorituskykyä, lyhentää aluskäyntien kestoa ja mahdollistaa kapasiteetin kasvattamisen hallitusti ilman täyttä terminaali-investointia.	Korkea operatiivinen tehokkuus, parempi kapasiteetti, hallittu materiaalivirta, parempi pölynhallinta sekä mahdollisuus käsitellä suuria ja säännöllisiä bulk-virtoja kilpailukykyisesti. Ratkaisu mahdollistaa myös toisen laiturin kytkemisen osaksi kuljetinpohjaista terminaalimallia.
Keskeiset rajoitteet	Tehokkuus ja kapasiteetti heikkenevät volyymien kasvaessa, työvaiheita on paljon, pölynhallinta on haastavampaa ja toiminta sitoo paljon kalustoa.	Varastojen täyttö ja sisäinen logistiikka jäävät edelleen osin kalustopohjaisiksi, mikä rajoittaa kokonaistehokkuutta ja pitää operoinnin osittain työvoimavaltaisena.	Vaatii suurimmat investoinnit, pidemmän toteutusajan ja riittävän varmistuneen volyymipohjan, jotta ratkaisu on taloudellisesti perusteltu.

Skenaariotarkastelut



SITOWISE

Kehitysskenaariot

Selvityksen analyysit perustuvat kahteen pääasialliseen kehitysskenaarioon, joiden avulla arvioidaan Ajoksen sataman bulk-logistiikan kehittämistarpeita eri volyymitasoilla. **Ensimmäinen skenaario** kuvaa noin yhden miljoonan tonnin vuosivolyymia, jossa satamaan saapuu kuorma-autoilla rikasteita sekä merikuljetuksina mineraaleja. **Toinen skenaario** kuvaa noin kolmen miljoonan tonnin vuosivolyymia, jossa rautateitse saapuvat rikasteet lisäävät kokonaisvolyymia merkittävästi kuorma-autoilla tuotavien rikasteiden ja merikuljetuksina vastaanotettavien mineraalien lisäksi.

Skenaarioiden tarkoituksena ei ole esittää tarkkaa ennustetta tulevasta, vaan luoda vertailukelpoinen kehikko kapasiteetin, tilantarpeiden, investointien ja operatiivisten vaikutusten arvioimiseksi. Skenaarioiden määrittelyssä täsmennetään materiaalien ominaisuuksia, vuosivolyymeja, kuljetusmuotoja, kuljetusten ja aluskäyntien ajallista jakautumista sekä oletuksia aluskokoluokista ja takamaaliikenteen rytmityksestä.

Työssä tarkastellut skenaariot on laadittu perustuen julkisesti saatavilla oleviin aineistoihin pohjoisen kaivoksista ja kaivoshankkeista. Työn aikana laadituissa analyyseissä näiden pohjalta on tehty oletuksia yksittäisistä tuotevirroista. Näin tarkasteluissa on saatu huomioitua yksittäisten tuotevirtojen vaatimukset ja niiden logististen ketjujen ajoitusten yhteisvaikutukset koko sataman bulk-logistiikalle.

Skenaario	Skenaario 1	Skenaario 2
Materiaali-lajit	Rikasteita ja muita mineraaleja; 7 eri tuotevirtaa	Rikasteita ja muita mineraaleja, 9 eri tuotevirtaa
Vuosi-volyymi	Satamasta laivalla lähtevää yhteensä 600 000 t/v, laivalla saapuvaa 400 000 t/v	Satamasta laivalla lähtevää yhteensä 2 600 000 t/v, saapuvaa 400 000 t/v
Maakuljetus-muodot	Kuorma-auto	Kuorma-autoilla saapuvaa materiaalia 600 000 t/v, junilla saapuvaa materiaalia 2 000 000 t/v
Oletettu aluskoko	5 000-15 000 t	5 000-20 000 t
Arvioidut laiva-käynnit	120 aluskäyntiä/v	220 aluskäyntiä/v
Keskeiset lähtö-oletukset	Kuorma-autot arkipäivisin klo 6.30–23.00, kuljetuseräkoko 50 t. Laivan lastaus samalla aikaikkunalla, tarvittaessa viikonlopulle jatkuen. Ei junapurkua.	Kuorma-autot arkipäivisin klo 6.30–23.00, laivan lastaus samalla aikaikkunalla tarvittaessa viikonlopulle jatkuen. Junat 30 vaunua/juna, 50 t/vaunu, 1 500 t/juna, noin 1 333 junaa/v eli 3,7 junaa/vrk. Junapurku 24/7, tarvittava purkuteho noin 250–375 t/h riippuen yhden junan tavoitellusta purkuajasta.

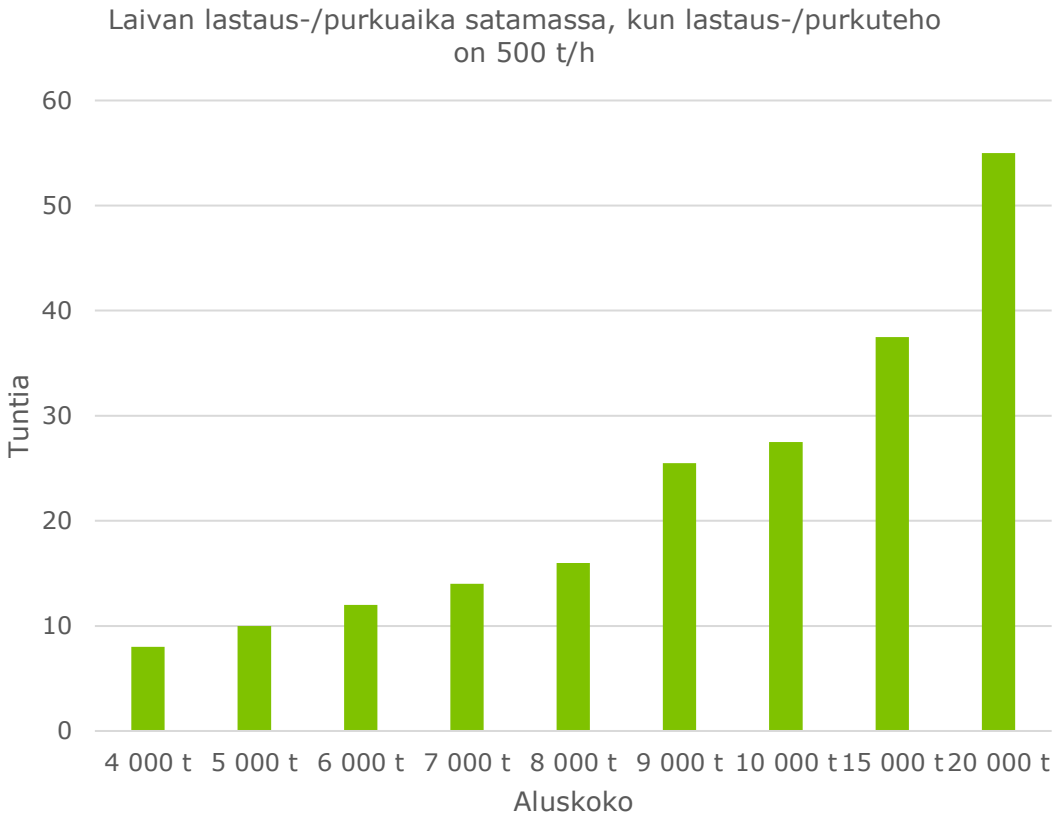
Kehitysskenaariot: liikennemäärät ja käsittelytarve

Kehitysskenaarioiden mukaiset kuljetusmäärät lisäisivät Ajokseen suuntautuvaa liikennettä maalla ja merellä merkittävästi. Kasvavat liikennemäärät vaativat alueen kehittämiseltä sekä operatiivista tehokkuutta että selkeyttä eri toimintojen ja liikennemuotojen välille. Kasvun mahdollistamiseksi on syytä tarkastella laiturikapasiteettia, varastointikapasiteettia, junapurun kapasiteettia sekä kumipyöräliikenteen järjestelyitä.

Tunnusluku	Skenaario 1	Skenaario 2	Huomio
Kuorma-autoilla saapuva volyymi	600 000 t/v	600 000 t/v	Kuorma-autoliikenteen vuositaso pysyy samana skenaarioiden välillä.
Kuorma-autokuljetukset vuodessa	n. 12 000 ajoa/v	n. 12 000 ajoa/v	Laskettu oletuksella 50 t/kuorma-auto.
Kuorma-autoja viikossa	n. 240	n. 240	Oletuksena liikennöinti arkipäivisin.
Kuorma-autoja arkipäivässä	n. 48	n. 48	Keskimääräinen taso; käytännössä liikenne kasautuu huipputunneille.
Kuorma-autoja tunnissa	n. 3	n. 3	Perustuu 16,5 h vastaanottoikkunaan.
Junilla saapuva volyymi	-	2 000 000 t/v	
Junia vuodessa	-	n. 1 333 junaa/v	Laskettu oletuksella 1 500 t/juna.
Junia vuorokaudessa	-	n. 4 junaa/vrk	Keskimääräinen ympärivuotinen taso.
Keskimääräinen purkutarve	-	n. 5 500 t/vrk	Vastaa ympärivuotista keskiarvoa.
Tavoitepurkuteho	-	250–375 t/h	Perustuu 1 500 tonnin junan 4–6 h purkuaikaan.
Aluskäyntejä	120 vuodessa	220 vuodessa	Oletettu aluskoko vaikuttaa

Laiturikapasiteetti

Laiturikapasiteetin käyttöön vaikuttaa sekä aluskäyntien määrä että yksittäisen aluskäynnin kesto, johon luonnollisesti vaikuttaa lastaus-/purkuteho. Nykymallin mukainen lastausteho 500 t/h takaa sen, että 8 000 tonnin aluskokoon asti yhden aluksen lastaus ehditään tehdä yhden arkipäivän aikana. Suurempien alusten kohdalla joko lastaustehon on oltava suurempi, tai aluskäynnin kesto saa olla pidempi.



Skenaariossa 1 arvioitu noin 120 aluskäyntiä vuodessa tarkoittaa keskimäärin noin 2–3 bulk-aluskäyntiä viikossa. Tällä tasolla nykyinen yhden laiturin toimintamalli on vielä lähtökohtaisesti hallittavissa, jos aluskäyntien ajoitus pysyy kohtuullisen tasaisena ja materiaalivirtojen samanaikaisuus on rajallista. Nykyinen käytännön lastaus- ja purkuteho on suuruusluokaltaan riittävä, mutta kapasiteetin käyttöaste nousee herkästi korkeaksi silloin, kun samalla jaksolla käsitellään useita eri tuotevirtoja tai kun aluskäynnit painottuvat samoille ajankohdille.

Skenaariossa 2 tilanne muuttuu olennaisesti: noin 220 aluskäyntiä vuodessa vastaa keskimäärin yli neljää bulk-aluskäyntiä viikossa, jolloin yhden laiturin käyttöaste nousee erittäin korkeaksi jo ennen kuin huomioidaan sataman muu liikenne, sääolosuhteiden aiheuttamat viiveet, jäänmurron ja talvimerenkulun vaikutukset tai huolto- ja käyttökatkot. Tällöin laituri ei ole enää pelkästään bulk-logistiikan työvaihe, vaan koko sataman kapasiteetin kannalta kriittinen resurssi, jonka käyttövaran on oltava riittävä myös poikkeustilanteissa.

Laiturikapasiteetin riittävyyttä ei voida arvioida pelkästään bulk-liikenteen vuosivolyymien perusteella, vaan tarkastelussa on huomioitava myös **sataman muu liikenne** ja se, kuinka sama laituri tai siihen liittyvät operointialueet palvelevat rinnakkaisia toimintoja. Käytännössä toinen laituri muuttuu perustelluksi viimeistään silloin, kun bulk-liikenteen arvioitu käyttöaste yhdessä muun liikenteen kanssa ei enää jätä riittävää joustovaraa aikataulumuutoksille, samanaikaisille materiaalivirroille tai sataman häiriötilanteille.

SITOWISE

Laiturikapasiteetin lisääminen

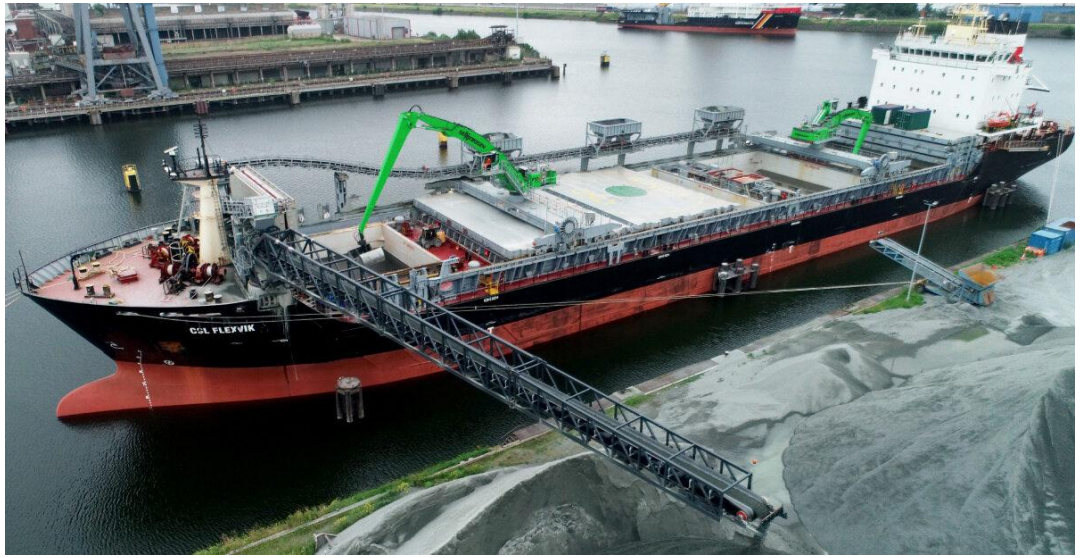
Yksi keskeinen kapasiteetin kehittämisvaihtoehto on Laiturin 1 rakentaminen mineraaliterminaalin alueelle. Toinen laituri voisi lisätä sataman operatiivista joustavuutta erityisesti tilanteissa, joissa samanaikaisesti käsitellään useita materiaalivirtoja tai kun aluskäyntien määrä kasvaa nykyisestä.

Vaihtoehtoina on rakentaa joko perinteinen laituri (kulmatukimuuri) tai tihtaalilaituri. Perinteinen laituri on investointina hieman kalliimpi, mutta se tukee nykytyyppistä operointimallia ja mahdollistaa joustavan lastauksen ja purun myös liikkuvalla kalustolla. Tihtaalilaituri on rakenteena kevyempi ja todennäköisesti hieman edullisempi, mutta sen tehokas käyttö bulk-logistiikassa edellyttää käytännössä kuljetinratkaisua ja tätä kautta kiinteämpää materiaalinkäsittelyketjua. Laiturin toteutustapa vaikuttaa siten olennaisesti siihen, tukeeko investointi ensisijaisesti nykytyyppisen tai osittain kiinteän toimintamallin laajentamista vai ohjaako se kehitystä suoraan kohti kiinteämpää bulk-terminaaliratkaisua.

Perinteinen toinen laituri parantaa tällöin ennen kaikkea operatiivista joustavuutta ja mahdollistaa bulk-liikenteen kapasiteetin kasvattamisen ilman välitöntä siirtymistä täysin kiinteään terminaalimalliin. Tihtaalilaituri puolestaan on perustellumpi tilanteessa, jossa laiturikapasiteetin kasvattaminen halutaan kytkeä suoraan kuljetinratkaisuun ja kiinteämpään materiaalinkäsittelyketjuun.



https://nordicbulk.com/en/refrences/unique-discharger-that-increases-capacity/



https://nordicbulk.com/en/refrences/avansert-lossesystem-til-skipsfartsindustrien-csl-flexvik/

SITOWISE

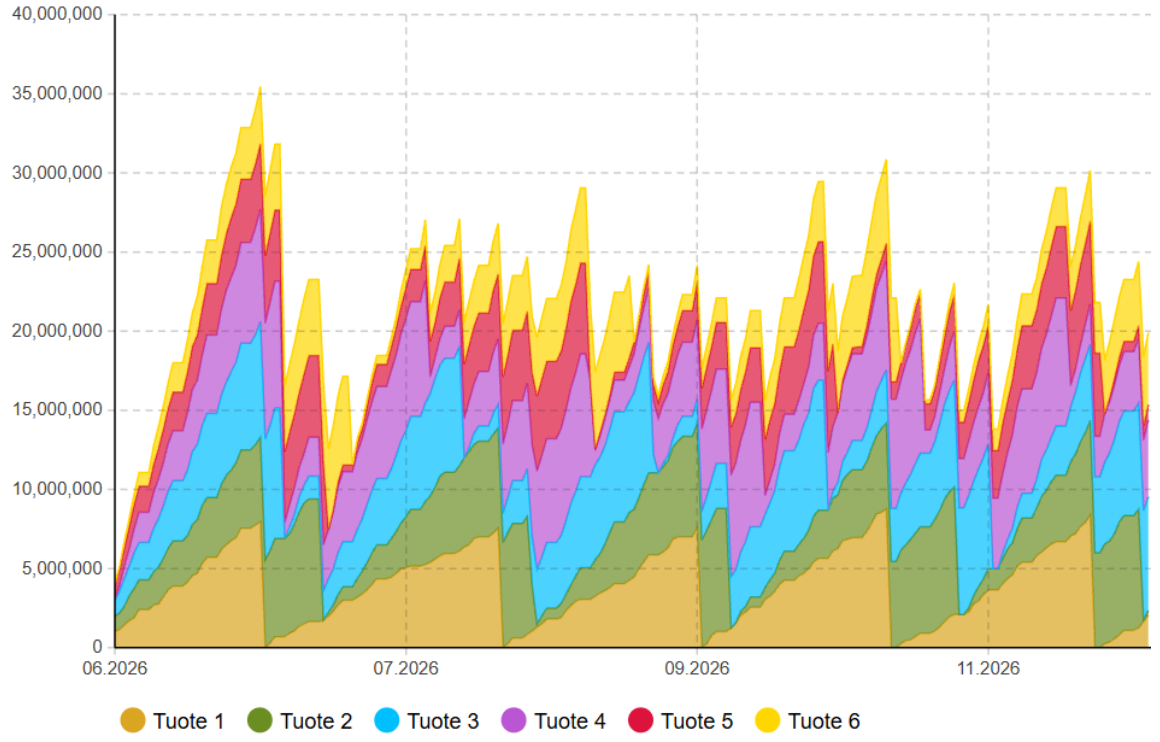
Varastointikapasiteetti

Varastointikapasiteetin kannalta keskeistä ei ole niinkään vuosittainen materiaalivolyymi, vaan se, kuinka paljon materiaalia on samanaikaisesti satamassa odottamassa jatkokuljetusta tai laivausta.

Katettu varastointi toimii Ajoksessa paitsi varsinaisena säilytystilana myös materiaalivirtojen puskurina, jonka avulla voidaan tasata tuotannon ja jatkokuljetusten aikataluerot. Lisäksi varastointitarpeeseen vaikuttavat materiaalien ominaisuudet, kuten pölyävyys, kosteusherkkyys, puhtausvaatimukset ja tarve pitää eri tuotevirrat erillään toisistaan. Tämän vuoksi varastointikapasiteettia ei tule arvioida vain kokonaisneliömääränä, vaan myös sen perusteella, kuinka tehokkaasti tila voidaan jakaa eri materiaaleille ilman, että materiaalien sekoittumisriski, käsittelyn tehottomuus tai laivauksen häiriöt kasvavat.

Varastokapasiteetin tarve riippuu siis yksittäisten virtojen määrästä ja volyymista, sekä maa- ja merikuljetusten frekvenssistä ja kuljetuseräkoosta. Kumipyörillä saapuvaa materiaalia tuodaan oletettavasti vain arkipäivisin, jolloin varastoa ei kerry viikonloppuisin. Lähtevien merikuljetusten aluskoko vaikuttaa suuresti tarvittuun varastokapasiteettiin: suurempi aluskoko ja harvempi kuljetusfrekvenssi vaatii enemmän varastotilaa satamassa, jotta materiaalia on myös puskurina tehokkaiden laivausten takaamiseksi.

Yhdellä ajan hetkellä satamassa varastoitavan materiaalin määrä vaihtelee sen mukaan, miten eri virtojen ajoitukset osuvat yhteen.



Esimerkkikuva skenaarion 1 tuotevirtojen simuloiduista varastotasoista

SITOWISE

Varastointikapasiteetin lisääminen

Skenaariossa 1 arvioitu noin 16 000 m^2 katetun varastoinnin tarve vastaa käytännössä nykyistä kapasiteettitasoa. Tämä tarkoittaa, että nykyiset viisi varastoa riittäisivät skenaarion mukaisille materiaaleille, mutta ylimääräistä varastotilaa muille tarkastelun ulkopuolisille virroille ei mineraaliterminaalissa olisi. Tämän vuoksi skenaario 1 on teoriassa vielä mahdollinen nykyisellä kapasiteetilla, mutta käyttövara jää rajalliseksi erityisesti tilanteissa, joissa useita eri tuotevirtoja käsitellään samanaikaisesti. Skenaariossa 1 on tarpeen rakentaa yksi tai kaksi uutta 3 000–4 000 m^2 varastoa.

Skenaariossa 2 arvioitu noin 31 000 m^2 katetun varastoinnin tarve ylittää nykyisen kapasiteetin selvästi ja merkitsee käytännössä tarvetta noin kaksinkertaistaa käytettävissä oleva katettu varastotila. Tämä johtuu paitsi suuremmasta kokonaisvolyymista myös siitä, että skenaariossa huomioitavien virtojen oletetaan käytettävän myös suurempaa aluskokoa (20 000 t). Kun satamaan saapuu noin 2,0 Mt/v materiaalia junilla ja lisäksi kuorma-autoilla, on varastojen kyettävä vastaanottamaan suuria eriä nopeasti. Samalla tuotevirtojen määrä kasvaa yhdeksään, mikä lisää tilantarvetta suhteellisesti enemmän kuin pelkkä tonnimäärä antaisi ymmärtää, koska jokainen tuotevirta tarvitsee oman käsittely- ja varastointialueensa. Varastoitavan materiaalin tilavuuteen vaikuttaa myös materiaalin tiheyspaino. Skenaariossa 2 on tarpeen rakentaa skenaarion 1 vaatimien varastojen lisäksi 10 000 – 15 000 m^2 katettua varastoa.

Bulk-materiaaleille soveltuu hyvin kevytrakenteinen PVC-halli, jollaisia satamassa on myös nykytilassa. Uusien varastohallien rakentaminen on suhteellisen nopeaa, jolloin uuden varastokapasiteetin lisäämisen tarpeeseen voidaan reagoida joustavasti. Tämän edellytyksenä on kuitenkin sijaintialueiden valmistelu tarkoittaen tasaista, päällystettyä ja riittävän kantavaa kenttätilaa. Varastorakennuksen lisäksi tilaa tarvitaan varastojen ympärille operointitilaksi, karkeasti ottaen noin 10–20 metrin tilavaraus on riittävä.

Varastointitarve	Varasto-kapasiteetti, t	Varasto-kapasiteetti, m^2
Kupari-/nikkelirikasteet, useita tuotevirtoja	38 000 t	11 400 m2
Saapuva mineraali	15 000 t	4 500 m2
Rautarikaste	20 000 t	4 800 m2
Fosfaatti	20 000 t	10 000 m2

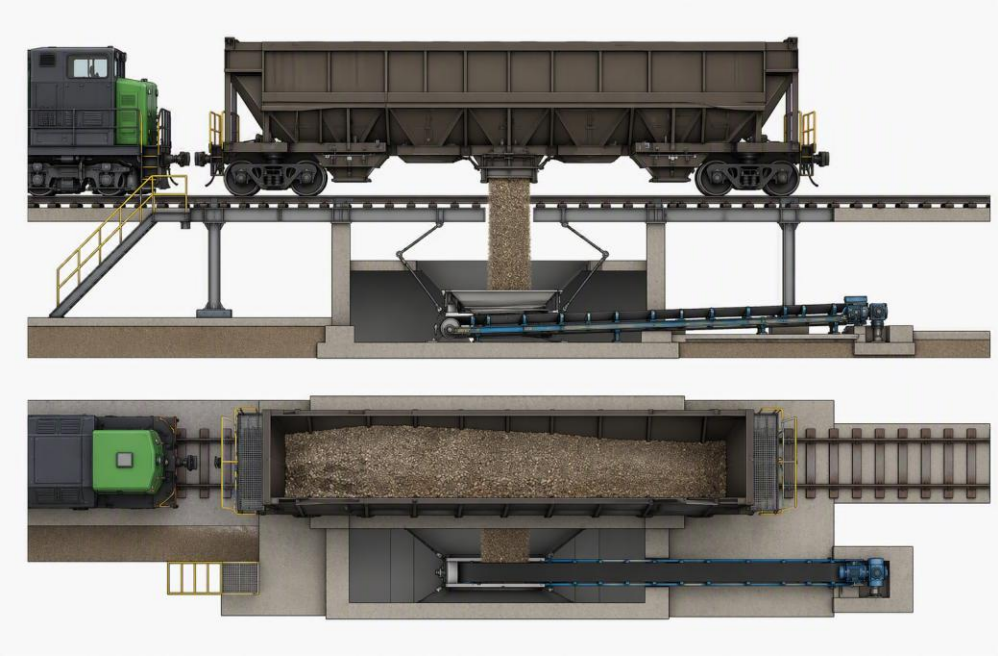
Junapurku

Skenaariossa 2 rautateitse saapuu yhteensä 2 miljoonaa tonnia rautarikastetta ja/tai fosfaattia. Säännölliset rautatiekuljetukset vaativat tehokkaan purkutavan, jotta junakierto ei viivästy. Tämän takia junapurkuratkaisun lähtökohdaksi on otettu pohjapurkuun perustuva toimintamalli: juna puretaan vaunujen pohjaluukkujen kautta vastaanottorakenteeseen, josta materiaali siirtyy edelleen kuljettimella tai muulla jatkuvatoimisella siirtoratkaisulla varastointiin.

Pohjapurku soveltuu hyvin tilanteeseen, jossa tavoitteena on käsitellä suuria materiaalimääriä tasaisella rytmillä ja hyödyntää 24/7-purkumahdollisuutta. Pohjapurku kuitenkin edellyttää, että purkupaikka, materiaalin vastaanotto, pölynhallinta ja siirtoketju suunnitellaan yhtenä kokonaisuutena. Tämä vahvistaa tarvetta tarkastella junapurkua skenaariossa 2 osana kiinteämpää materiaalinkäsittelyjärjestelmää eikä vain yksittäisenä purkupisteenä.

Tässä työssä tarkasteltavan skenaarion 2 reunaehdoilla junapurkuratkaisun mitoituksessa pidetään lähtökohtana 30 vaunun junan tehokasta käsittelyä siten, että kokonaiskuorma 1 500 tonnia voidaan purkaa 4–6 tunnissa. Tämä tarkoittaa noin 250–375 t/h purkutehovaatimusta, jonka tulee toteutua purkupaikan, vastaanottorakenteen, materiaalin siirtoketjun ja varastoon viennin muodostamana kokonaisuutena. Ratkaisun tulisi mahdollistaa vähintään yhden täyden junan yhtäaikainen vastaanotto **ilman, että purku estää muuta satamaoperaatiota tai aiheuttaa kohtuutonta jonoutumista raiteilla**.

Mikäli junia saapuu useita lyhyen ajan sisällä, on suositeltavaa mitoittaa järjestelmä siten, että vähintään kahden peräkkäisen junan materiaalivirta voidaan hallita ilman, että purku pysähtyy varastoinnin tai siirtokapasiteetin puutteisiin. Mitoituksen kannalta keskeisiä suunnitteluperusteita ovat siten junan pituus ja vaunutyyppi, vastaanottosiilon koko, purkulinjan hetkellinen kapasiteetti, pölynhallinnan toteutus sekä vastaanoton ja varaston välinen kuljetinkapasiteetti.



Viitteellinen esimerkkikuva junapurusta. Lopullinen konsepti ja mitoitus pitää määrittää mm. käytettävän kaluston ja alueen pohjaolosuhteiden mukaan.

SITOWISE

Junapurun vaatimat ratajärjestelyt

Nykyisten lastausraiteiden pituus (240 metriä) ei mahdollista 30 vaunun junan sujuvaa käsittelyä yhtenä kokonaisuutena ilman lisäjärjestelyjä. Käytännössä tämä tarkoittaa junan jakamista osiin, lisävaihtotöitä tai muuta operointia hidastavaa järjestelyä, mikä heikentää saavutettavaa purkutehoa ja kasvattaa häiriöherkkyyttä. Lisäksi samoilta raiteilta on pystyttävä myös lastaamaan tavaraa juniin, mikä lisää raidekapasiteetin käyttöpaineita entisestään ja voi synnyttää tilanteita, joissa purku- ja lastaustoiminnot kilpailevat samasta kapasiteetista.

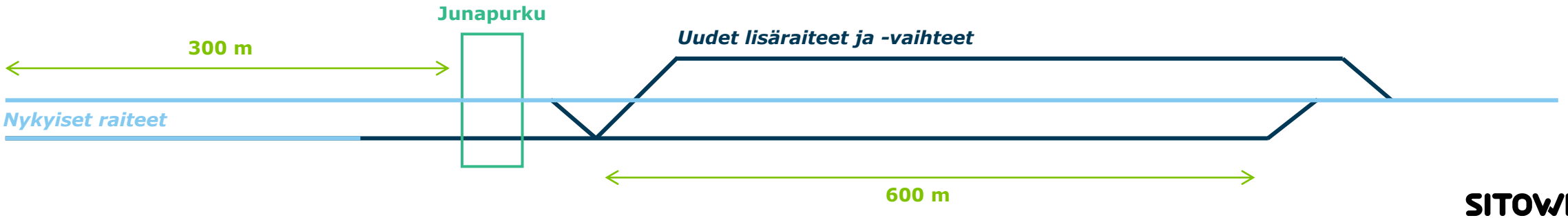
Junapurun tehokkaan operatiivisen toiminnan takaamiseksi mineraaliterminaaliin johtavalle radalle on syytä lisätä raiteita niin, että 600 metriä pitkä juna voidaan ajaa kokonaisena mahdollisimman lähelle satamaa. Kun lastaus- ja purkuraiteiden pituus junapurun jälkeen on vähintään 300 metriä, riittää että juna katkaistaan operointia varten kahteen osaan. Lisäraiteilla ja –vaihteilla mahdollistetaan tehokas ratkaisu, jossa voidaan joko purkaa ja/tai lastata kahta junaa yhtä aikaa ilman, että ne estävät toistensa kulkua.

Vaunujen siirto junapurun läpi voidaan toteuttaa yksinkertaisella vaununsiirtolaitteellä, tai vaihtotyörobotilla, joka voi myös siirtää puolikkaita junanrunkoja raiteilta toiselle työn etenemisen mukaan.



Vaihtotyörobotti Lähde: Saalasti Rails

Periaatteellinen raiteistokaavio



SITOWISE

Kumipyöräliikenne

Kuorma-autojen purun näkökulmasta kapasiteetin kannalta ratkaisevaa ei ole ensisijaisesti vuosittainen kuljetusmäärä vaan se, kuinka paljon liikennettä kasautuu samoille arkipäiville ja samoihin kellonaikoihin. Jos saapuminen kasautuu lyhyelle ajanjaksolle, kuormitus näkyy nopeasti portilla, vastaanottoalueilla, purkupisteissä ja kenttäliikenteen konfliktikohdissa, vaikka vuositasolla kuljetusmäärä näyttäisi vielä hallittavalta. Tieyhteyksien ja liittymien toimivuus nousee tärkeäksi erityisesti silloin, kun raskas liikenne sekoittuu muun satama- ja alueellisen liikenteen kanssa työpäivien ruuhkahuippuina.

Skenaariossa 1 kuorma-autojen purku on vielä lähtökohtaisesti hallittavissa nykyjärjestelyin, jos vastaanotto, purkupisteet ja varastointi toimivat hyvin yhteen ja liikenteen rytmitys pysyy ennakoitavana.

Skenaariossa 2 kuorma-autojen määrä ei sinänsä kasva olennaisesti, mutta niiden hallinta vaikeutuu, koska samaan aikaan satamassa on myös junapurkua, suurempi laivausvolyymi sekä enemmän rinnakkaisia materiaalivirtoja. Tällöin kuorma-autojen purku ei muodostu ongelmaksi yksin omasta volyymistaan johtuen, vaan siksi, että se on sovitettava yhteen muun kasvavan operoinnin kanssa. Mikäli samanaikaiset virrat kasvavat suuriksi, voi olla tarpeen tarkastella myös erillisiä odotus-, purku- tai puskurialueita, jotta kuorma-autoliikenteen ajoittainen kasautuminen ei muodostu koko satamaoperaation pullonkaulaksi.



SITOWISE

Vertailu: Skenaario 1

Skenaarioiden ja ratkaisuvaihtoehtojen vertailussa arvioidaan, miten eri toimintamallit vastaavat tunnistettuihin materiaalivirtoihin sekä niiden kapasiteetti-, tehokkuus- ja tilatarpeisiin. Tarkastelussa tunnistetaan volyymikynnyksiä, joiden jälkeen nykytyyppinen toimintamalli ei enää ole riittävä ja osittain tai täysin kiinteät ratkaisut muuttuvat tarkoituksenmukaisemmiksi. Vertailussa huomioidaan myös vaikutukset laivakäsittelyyn, materiaalien hallintaan, pölynhallintaan, liikenneturvallisuuteen ja satama-alueen kokonaiskäyttöön sekä keskeiset riskit.

Skenaariossa 1 nykytilanteen kaltainen toimintamalli skaalautuu hyvin melko pitkälle. Laivojen lastausta ja purkua tehostavia kuljetinratkaisuja voidaan tarvita tilanteessa, joissa materiaalivirtojen aluskoot kasvavat yli 10 000 tonniin. Tällöin aluskäyntien pituuden minimointi auttaa hallitsemaan laiturikapasiteetin käyttöä.

Skenaariossa 2 saapuvan materiaalin määrä kasvaa merkittävästi, ja erityisesti rautateitse saapuvien mineraalien tehokas purku vaatii kiinteämpiä investointeja. Suurempien virtojen suurempi aluskoko (20 000 t) vaatii enemmän varastokapasiteettia sekä tehokkaita lastausmenetelmiä.

Arviointi-kriteeri	VE0	VE1	VE2
Kapasi-teetti	Hyvä; nykyisen toimintamallin todettu suorituskyky riittää skenaarion 1 volyymeille, kun toiminta perustuu nykyiseen kolmen bulk-kontin kiertoon ja kahmarilastaukseen.	Erittäin hyvä; kapasiteettia muodostuu enemmän kuin skenaario 1 välttämättä edellyttää, erityisesti laivojen lastauksen osalta.	Erittäin hyvä; kapasiteettia on selvästi enemmän kuin skenaario 1 edellyttää.
Tehok-kuus	Hyvä nykyisellä toimintatavalla; lastaus- ja purkuteho on käytännössä riittävä, mutta tehokkuus riippuu operoinnin rytmityksestä, varastojen käytöstä ja aluskäyntien ajoituksesta.	Erittäin hyvä; kiinteä lastauslaitteisto parantaa lastaustehokkuutta ja vähentää riippuvuutta laiturin työvaiheista.	Erittäin hyvä; materiaalivirta olisi hallittu ja jatkuva.
Tilantarve	Kohtalainen; nykyiset varastot ja kenttäalueet muodostavat toimivan perustan, mutta eri materiaalivirtojen erillään pito voi kiristää tilankäyttöä.	Kohtalainen; laivakäsittelyn tehostuminen helpottaa operointia, mutta vastaanotto ja sisäinen logistiikka vaativat edelleen kenttä- ja varastotilaa.	Suuri, mutta järjestelmällinen; vaatii kuitenkin nykytilaan nähden merkittävästi lisää infrastruktuuria ja tilavarauksia.
Riskit	Keskeiset riskit liittyvät laiturin kapasiteettiin, satama-altaan syvyyden aiheuttamaan aluskokorajoitteeseen, varastokapasiteetin rajallisuuteen sekä ruuhkahuippuihin, jos useita tuotevirtoja käsitellään samanaikaisesti.	Riski, että investointi on osittain ylimitoitettu nykyisestä todetusta suorituskyvystä nähden, jos volyymit tai aluskäynnit eivät kasva.	Suurin riski liittyy ylimitoitukseen ja siihen, että nykyinen toimintamalli on jo osoittautunut toimivaksi tällaisessa volyymiluokassa ilman raskaita investointeja.
Toteutet-tavuus	Hyvä; ratkaisu perustuu jo käytössä olevaan toimintamalliin eikä vaadi välittömiä suuria investointeja.	Hyvä; toteutettavissa vaiheittaisena parannuksena nykyiseen malliin.	Kohtalainen; teknisesti toteutettavissa, mutta investointitaso on korkea suhteessa tarpeeseen.
Yhteen-sopivuus	Hyvä; skenaario 1 on toteutettavissa VE0-mallilla, jos operointi pysyy hallittuna ja materiaalivirtojen ajoitus voidaan sovittaa nykyiseen kapasiteettiin.	Hyvä; tarjoaa turvallisen kehitysvaran skenaarioon 1, mutta ei ole välttämätön, jos nykyinen operointimalli pysyy tehokkaana.	Kohtalainen; toimiva mutta todennäköisesti liian raskas ratkaisu pelkästään skenaariota 1 varten.

Vertailu: Skenaario 2

Arviointikriteeri	VE0	VE1	VE2
Kapasiteetti	Riittämätön; tehokas junapurku vaatii investointeja	Kohtalainen; laivakäsittelyä voidaan tehostaa, mutta kokonaiskapasiteetti jää junapurun osalta vajaaksi	Hyvä–erittäin hyvä; vastaa suuren volyymin kapasiteettitarpeisiin ja mahdollistaa myös tehokkaan junapurun
Tehokkuus	Heikkenee selvästi; vaikka yksittäisen aluksen purku- ja lastausteho on hyvä, toimintamalli ei skaalaudu riittävästi	Kohtalainen; lastausteho paranee, mutta sisäinen logistiikka ja materiaalien siirrot jäävät edelleen osin nykytyyppisiksi. Junapurun kapasiteetti on rajallinen.	Hyvä–erittäin hyvä; mahdollistaa jatkuvan, hallitun ja tehokkaan materiaalinkäsittelyn myös useille rinnakkaisille tuotevirroille sekä hyödyntää 24/7-junapurun edun täysimääräisesti.
Tilantarve	Suuri ja tehoton suhteessa volyymiin; nykyiset varastot, kenttäalueet ja raidejärjestelyt muodostuvat nopeasti pullonkaulaksi sekä junien purussa että materiaalien siirrossa laivaukseen.	Kohtalainen–suuri; olemassa olevien varastojen ja kenttäalueiden kuormitus kasvaa merkittävästi ja lisätilaa tarvitaan erityisesti junapurulle, puskurivarastoinnille ja materiaalien siirtoreiteille.	Suuri, mutta toiminnallisesti tehokas; edellyttää uusia tilavarauksia, laajempaa varastointia, vähintään 30 vaunun junalle soveltuvia purkuratkaisuja ja materiaalivirtojen selkeää järjestelyä.
Riskit	Korkea riski ruuhkautumisesta, laiturin ylikuormittumisesta, varastokapasiteetin riittämättömyydestä, eri materiaalien yhteensovitushaasteista sekä siitä, että purku- ja lastausraiteiden pituuden vaatimat vaihtotyöt hidastavat operointia.	Riski, että laivakäsittelyn parantaminen ei yksin ratkaise junapurun vaatimaa purkutehoa, puskurivarastoinnin tarvetta eikä monen samanaikaisen materiaalivirran aiheuttamia pullonkauloja. Toisen laiturin rakentaminen voi helpottaa laiturikapasiteetin pullonkauloja, mutta vaikutus riippuu toteutustavasta: perinteinen laituri lisää joustavuutta, kun taas tihtaalilaituri edellyttää kuljetinta ja käytännössä kiinteämpää materiaalinkäsittelyketjua.	Keskeiset riskit liittyvät investoinnin kokoon, toteutusajankohtaan, vaadittavan junapurkutehon saavuttamiseen sekä siihen, kuinka varmasti skenaarion 2 mukainen volyymitaso toteutuu.
Toteutettavuus	Heikko; toteutus olisi mahdollista vain hyvin rajoitetusti eikä vastaisi skenaarion tavoitteita.	Kohtalainen; voi toimia välivaiheen ratkaisuna, jos investointeja halutaan vaiheistaa ja junapurkuun tehdään rinnakkaisia parannuksia.	Hyvä, mikäli volyymipotentiaali varmistuu ja kehittäminen voidaan toteuttaa vaiheittain.
Yhteensopivuus	Heikko; ei ole realistinen ratkaisu skenaarioon 2 junapurkutarve huomioiden.	Kohtalainen; mahdollinen siirtymävaihe, mutta ei riittävä pysyväksi ratkaisuksi skenaarion 2 mukaisessa toiminnassa.	Erittäin hyvä; paras vaihtoehto skenaarion 2 pysyvään toteutukseen, kun junapurun vaatima kapasiteetti ja nykytilan rajoitteet huomioidaan.

Investointitarpeet ja suositeltu kehityspolku



SITOWISE

Investointiarvioiden lähtökohdat

Työssä laaditut investointiarviot ovat luonteeltaan **alustavia suuruusluokka-arvioita**, joiden tarkoituksena on tukea ratkaisuvaihtoehtojen vertailua, kehityspolun vaiheistamista ja jatkosuunnittelun kohdentamista. Arviot eivät ole rakennussuunnittelutasoisia kustannuslaskelmia, vaan ne kuvaavat ennen kaikkea sitä, mihin osa-alueisiin kehittäminen painottuu ja mitkä investoinnit vaikuttavat olennaisimmin sataman tulevaan kapasiteettiin, toimintavarmuuteen ja logistiikan tehokkuuteen. Tämän vuoksi arvioita tulee tulkita päätöksenteon tausta-aineistona eikä lopullisina toteutuskustannuksina.

Keskeisimmät tunnistetut investointikohteet liittyvät toiseen laituriin, junapurun mahdollistavaan infrastruktuuriin sekä varastokapasiteetin laajentamiseen. Toisen laiturin osalta investointitasoon vaikuttaa olennaisesti toteutustapa: perinteinen laituri on rakenteellisesti raskaampi ja investointina suurempi, mutta se tukee joustavaa operointia myös liikkuvalla kalustolla. Tihtaalilaituri on rakenteena kevyempi, mutta bulk-logistiikassa sen tehokas hyödyntäminen edellyttää käytännössä kuljetinratkaisua, jolloin kokonaiskustannusta on tarkasteltava yhdessä siirtoketjuun liittyvien investointien kanssa. Junapurun osalta keskeisiä kustannustekijöitä ovat purkuhopperi tai muu vastaanottorakenne, materiaalin siirto varastoon, pölynhallinta sekä raide- ja kenttäjärjestelyt. Varastoinnin osalta kustannuksia aiheuttavat erityisesti uuden katetun varastotilan toteuttaminen, mahdolliset laajennukset nykyisiin rakenteisiin sekä alueiden toiminnalliset muutokset.

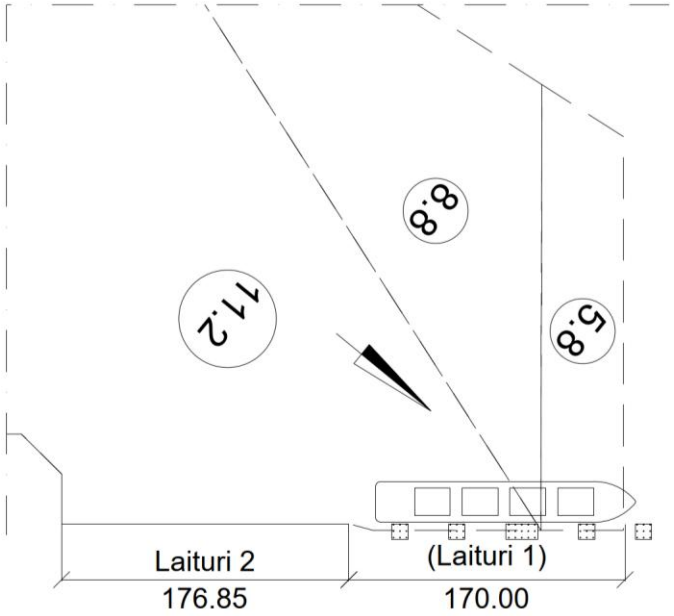
Tarkastelun perusteella laiturirakenteisiin liittyvät investoinnit sijoittuvat tyypillisesti keskisuurten ja korkeiden investointien rajapintaan riippuen siitä, toteutetaanko ratkaisu perinteisenä laiturina vai tihtaalilaiturina ja kytketäänkö siihen samalla muuta kiinteää materiaalinkäsittelyinfrastruktuuria. Junapurkuratkaisun investointitaso voi puolestaan vaihdella rajatusta vaiheittaisesta toteutuksesta laajempaan VE2-tyyppiseen kokonaisuuteen, jossa purku, siirtoketju ja varastointi muodostavat yhtenäisen järjestelmän. Varastolaajennusten kustannukset ovat yleensä muuta järjestelmää tukevia investointeja, mutta niiden merkitys kasvaa olennaisesti skenaariossa 2, jossa nykyinen katettu kapasiteetti ei enää riitä. Investointikohteiden tarkempi priorisointi tulee sitoa siihen, millä aikajänteellä volyymikasvu toteutuu ja kuinka vahvasti tavoitteena on säilyttää nykytyyppinen operointimalli vai siirtyä kohti kiinteämpää terminaaliratkaisua.

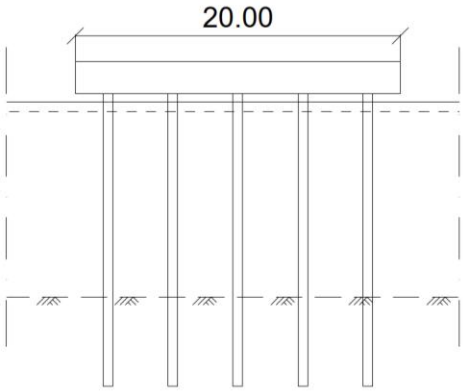
Laiturikapasiteetin lisääminen: Laituri 1

Laiturin 1 investointikustannuksissa on oletettu, että satama-allas ruopataan tasoon -11.2 (N2000) ja laituri rakennetaan vastaavaan vesisyvyyteen. Tihtaalilaiturissa on neljä nojaustihtaalia aluksen kiinnitystä varten ja keskellä isompi tihtaali, jonka kautta alus lastataan/puretaan. Kaikki tihtaalit on perustettu paaluilla ja niissä on teräsbetoninen ylärakenne. Rakentamiskustannus on laskettu arvioitujen paalumetrien, raudoituskilojen ja betonikuutioiden kautta IHKUn yksikköhintoihin peilaten.

Kulmatukimuurilaiturin kustannukset on arvioitu Kemin sataman aiempiden toteutuneiden laituri-investointien kustannusten kautta (€/laiturimetri).

Kustannuksista merkittävin osa tulee satama-altaan ruoppauksista. Laskelmissa on oletettu, että ruopattavasta alueesta puolet on moreenia ja puolet kalliota; tarkempia tutkimuksia ja suunnitelmia tarvitaan täsmentämään ruoppauskustannuksen suuruus.





Rakennusosa	Tihtaalirakenne	Maanvarainen kulmatukimuuri-rakenne
Ruoppaus	12,1 M€	12,1 M€
Tihtaalit	1,4 M€	
Laiturimuuri		6,8 M€
Yleiskustannus 25 %	3,4 M€	4,7 M€
Yhteensä (ALV 0 %)	**16,9 M€**	**23,6 M€**
Yhteensä (ALV 25,5 %)	**21,2 M€**	**29,7 M€**

SITOWISE

Junapurku ja varastokapasiteetti

Junapurun vaatimat investointikustannukset sisältävät itse junapurkurakenteet, tehokkaan operatiivisen toiminnan vaatimat ratajärjestelyt sekä operatiivisen toiminnan vaatiman kaluston.

Junapurkulaitteiston kustannus riippuu merkittävästi lopullisista mitoitusperusteista sekä valittavasta ratkaisusta. Kustannuksiin vaikuttavat myös muun muassa alueen pohjaolosuhteet, joita ei ole tässä selvityksessä huomioitu. Erittäin karkeana kustannusarviona selvityksessä esitellylle altapurkurakenteelle voidaan pitää noin 5–10 M€. Kaluston kustannusta ei ole tässä selvityksessä arvioitu.

Tehokkaan operatiivisen toiminnan vaatimat ratajärjestelyt sisältävät noin 2 kilometriä uutta raidetta ja tarvitut uudet vaihteet. Kustannukset perustuvat IHKUn yksikköhintoihin.

Tarvitun **varastokapasiteetin lisääminen** vaatii uusien varastojen rakentamista ja niiden vaatimat maatyöt. Satama-alueen sorapintaisen kentän pinnoittamisen yksikkökustannukseksi voidaan karkeasti arvioida 30 €/m^2. Nykytilassa metsäisen alueen rakentaminen varastokentäksi on kalliimpaa tarvittavista tasaus- ja muista pohjatöistä johtuen. Yksikkökustannus tälle on karkeasti arvioiden 90 €/m^2. Kevytrakenteisen PVC-hallin kustannus on noin 150–200 €/m^2.

Varastoinvestoinneista vastaa todennäköisimmin satamassa palveluita tarjoava operaattori tai teollinen toimija. Jotta satama voi tarjota varastoille sopivaa aluetta, sen pitää rakentaa alueita varastorakentamiselle sopiviksi. Tämän selvityksen lähtöoletusten pohjalta on arvioitu, että uutta kenttää tarvittaisiin noin 5 hehtaaria. Tästä 3 hehtaaria on nykyään metsäistä aluetta, joka vaatii raskaammat pohjatyöt, ja 2 hehtaaria sorapintaista oletettavasti kantavaa kenttää satama-alueella.

Ratajärjestelyt	Investointikustannus, ALV 0 %	Investointikustannus, ALV 25,5 %
Rakennusosat	3,1 M€	3,9 M€
Työmaa- ja tilaajatehtävät	1,8 M€	2,3 M€
Yhteensä	4,9 M€	6,2 M€

Kenttäalueet	Investointikustannus, ALV 0 %	Investointikustannus, ALV 25,5 %
Kenttä, 3 ha; sis. Rakenteen pohjauksen	2,7 M€	3,4 M€
Kenttä, 2 ha; sis. Profiloinnin ja päällysteen	0,6 M€	0,8 M€
Yhteensä	3,3 M€	4,2 M€

Riskit ja epävarmuudet

Ajoksen sataman kehittämiseen liittyy useita riskejä ja epävarmuuksia, jotka vaikuttavat sekä kehittämistarpeiden ajoitukseen että siihen, millaiset logistiset ratkaisut ovat pitkällä aikavälillä tarkoituksenmukaisia. Keskeisin epävarmuus liittyy **materiaalivirtojen toteutumiseen**: tarkastellut skenaariot kuvaavat mahdollisia kehityspolkuja, mutta yksittäisten kaivos- ja teollisuushankkeiden aikataulut, volyymit ja toteutumisedellytykset voivat muuttua. Tämän vuoksi myös sataman investointitarpeet voivat toteutua hitaammin, nopeammin tai osittain eri muodossa kuin tässä selvityksessä on oletettu. Epävarmuutta liittyy lisäksi **materiaalivirtojen ajalliseen jakautumiseen, aluskäyntien rytmitykseen, varastointijaksoihin sekä siihen, kuinka monta eri tuotetta satamassa käsitellään samanaikaisesti**. Mitä useampia rinnakkaisia tuotevirtoja satamaan muodostuu, sitä suuremmaksi kasvavat materiaalien erillään pidon, varastoinnin hallinnan ja laiturikapasiteetin yhteensovittamisen vaatimukset.

Nykytilaan liittyvät keskeiset riskit kohdistuvat erityisesti **laiturikapasiteettiin, varastointiin, kenttäalueiden käyttöön ja raidelogistiikan toimivuuteen**. Yhden laiturin toimintamalli on herkkä ruuhkautumiselle, jos aluskäyntien määrä kasvaa tai useita materiaalivirtoja käsitellään samanaikaisesti. Samoin satama-altaan syvyys ja nykyisen infrastruktuurin ominaisuudet rajaavat aluskokoja ja vaikuttavat sitä kautta kuljetusketjun tehokkuuteen. Varastoinnin osalta riskejä aiheuttavat sekä kapasiteetin riittävyys että eri materiaalien ominaisuuksista johtuvat vaatimukset, kuten pölyävyys, kosteusherkkyys, puhtausvaatimukset ja tarve pitää materiaalit erillään toisistaan. Raideliikenteen osalta epävarmuutta liittyy siihen, miten hyvin nykyiset raidejärjestelyt ja purkupaikat soveltuvat suuremmille junavirroille tai uusille materiaalilajeille.

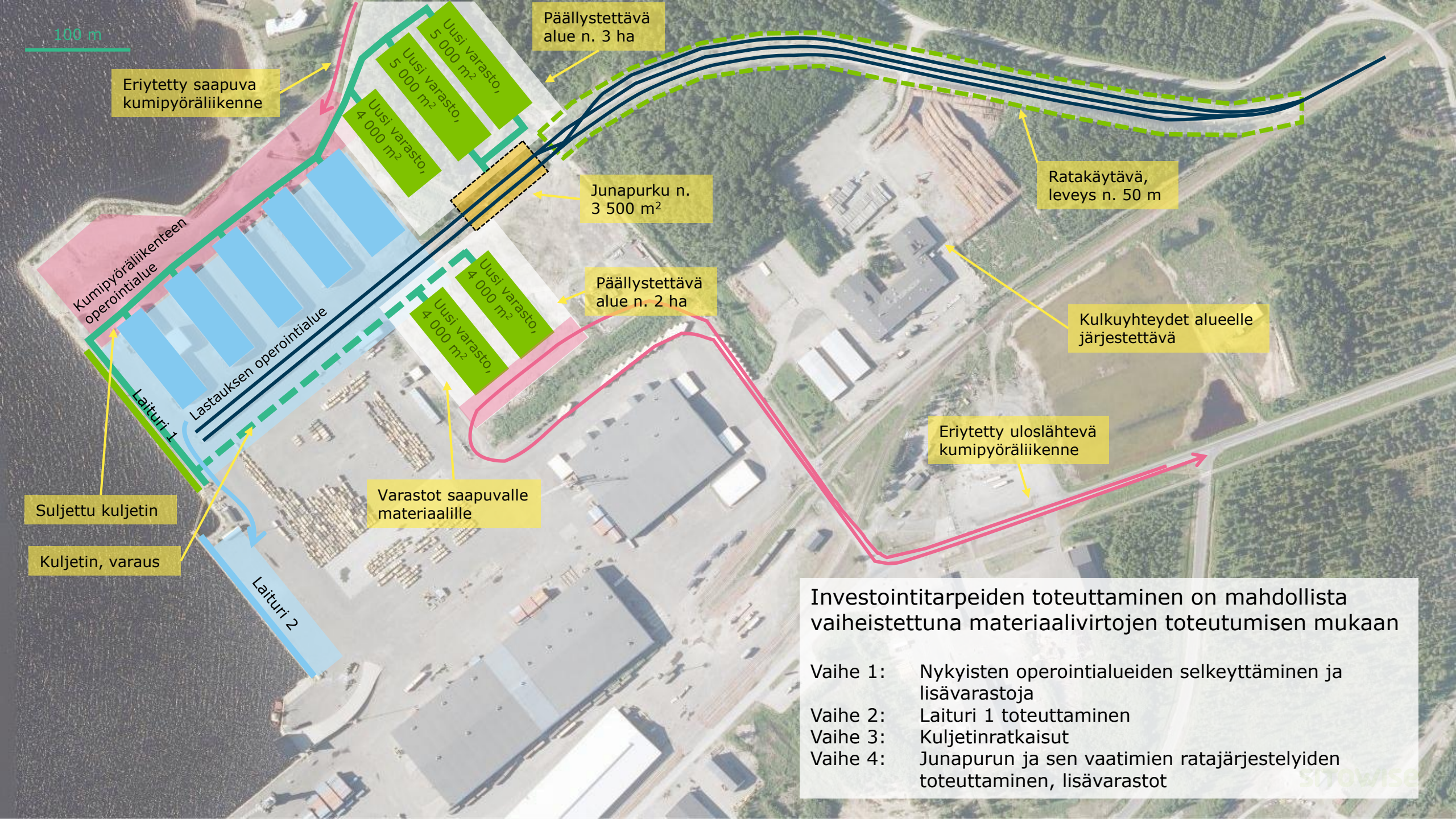
Merkittävä epävarmuustekijä liittyy siihen, että **tulevaisuuden materiaalit eivät välttämättä saavu satamaan yksinomaan bulk-muodossa**. Osa materiaaleista voi saapua esimerkiksi säkeissä, suursäkeissä, konteissa tai muina yksikkökuormina, jolloin käsittelyn, varastoinnin ja satamainfran kehitystarpeet poikkeavat olennaisesti tässä raportissa tarkastelluista bulk-logistiikan ratkaisuista. Tällaisessa tilanteessa pölynhallinnan, varastoinnin ja materiaalinsiirron tarpeet voivat osin keventyä, mutta samalla korostuvat esimerkiksi yksikkökuormien käsittelyyn liittyvät terminaalitoiminnot, kenttäjärjestelyt, nostokalusto, kontti- tai kappaletavaralogistiikan vaatimat tilat sekä mahdollinen tarve joustavammille käsittelyprosesseille. Tämä tarkoittaa, että bulk-logistiikkaan perustuva kehityspolku ei välttämättä ole kaikilta osin optimaalinen, jos tuleva materiaalivirta painottuu pakattuihin tai yksiköityihin kuljetusmuotoihin. Siksi sataman kehittämisessä on tärkeää säilyttää riittävä joustavuus ja varmistaa, että investointipäätökset perustuvat mahdollisimman ajantasaiseen tietoon materiaalien kuljetus- ja pakkausmuodoista.

Riskit ja epävarmuudet

Yksi keskeinen epävarmuustekijä liittyy **ympäristöluvan** ajantasaisuuteen ja siihen sisältyviin toiminnallisiin reunaehtoihin. Vuoden 2013 ympäristölupa korostaa erityisesti pölynhallintaa, katettua ja vesitiivistä varastointia, hulevesien hallintaa sekä melun ja raideliikenteen vaikutusten seurantaa. Erityisesti junapurkuun, kuljetinratkaisuihin, uusien kenttäalueiden käyttöönottoon ja varastokapasiteetin laajentamiseen liittyy riski siitä, että nykyinen lupakehys ei kaikilta osin mahdollista suunniteltuja ratkaisuja ilman lisäselvityksiä, tarkentavia viranomaiskeskusteluja tai lupapäivityksiä. Epävarmuutta lisää se, että luvassa on edellytetty lupamääräysten tarkistamista vuoteen 2023 mennessä, joten kehityspolun jatkossa on varauduttava siihen, että nykyiset ratkaisut voivat kohdata päivitetyn sääntely- ja lupakehyksen. Lisäksi uusien tai nykyisestä poikkeavien materiaalien käsittely voi edellyttää erillistä viranomaisarviointia, jos materiaalien ominaisuudet, pölyävyys tai ympäristöriskit poikkeavat nykyisen luvan lähtökohdista.

Alueella olevat luontoarvot ja mahdolliset uhanalaiset lajit on otettava sataman laajennussuunnitelmissa myös huomioon. Mahdolliset metsien raivaamiset lisärakentamisen johdosta tulevat vaikuttamaan alueen ympäristöön. Lisärakentamisella voi olla myös vaikutusta alueella toimiviin yrityksiin, jos rakentaminen sijoittuu heidän toimipisteidensä kohdalle. Näissä tapauksissa täytyy nykyisten toimijoiden kanssa keskustella heidän toimintansa siirtämisestä. Myös nykyisen turvatoimialueen aita on otettava huomioon uusien varastorakennusten sijoittamisessa.

Kokonaisuutena riskit ja epävarmuudet puoltavat vaiheittaista kehittämismallia, jossa suurimmat investoinnit ajoitetaan vasta siinä vaiheessa, kun materiaalivirtojen määrä, rytmitys, käsittelyvaatimukset ja kuljetusmuodot ovat riittävän hyvin tiedossa. Näin voidaan vähentää riskiä siitä, että satamaan toteutetaan kapasiteetiltaan tai toimintalogiikaltaan vääränlainen ratkaisu. Samalla vaiheittainen eteneminen mahdollistaa sen, että sataman kehittämisessä voidaan reagoida paitsi volyymin kasvuun myös siihen, muotoutuvatko tulevat logistiset tarpeet ensisijaisesti bulkin, pakattujen materiaalien vai näiden yhdistelmien ympärille.



Investointitarpeiden toteuttaminen on mahdollista vaiheistettuna materiaalivirtojen toteutumisen mukaan

Vaihe 1:	Nykyisten operointialueiden selkeyttäminen ja lisävarastoja
Vaihe 2:	Laituri 1 toteuttaminen
Vaihe 3:	Kuljetinratkaisut
Vaihe 4:	Junapurun ja sen vaatimien ratajärjestelyiden toteuttaminen, lisävarastot

Suositeltu kehityspolku

Suositeltavana kehityspolkuna voidaan pitää vaiheittaista etenemismallia, jossa Ajoksen sataman bulk-logistiikkaa kehitetään askelittain materiaalivirtojen toteutuvan kasvun mukaan. Lyhyellä aikavälillä tarkoituksenmukaisinta on tehostaa nykyistä toimintamallia parantamalla operoinnin suunnittelua, materiaalivirtojen ohjausta, varastointialueiden käyttöä sekä laituritoimintojen yhteensovittamista. Tässä vaiheessa keskeistä on myös täsmentää materiaalikohtaiset vaatimukset, puskurivarastoinnin tarve sekä junaliikenteen edellyttämät tilavaraukset, jotta myöhemmille investoinneille muodostuu realistinen pohja.

Vaihe	Käynnistävä tilanne	Keskeiset toimenpiteet	Tavoiteltu vaikutus
Vaihe 1: Nykytoiminnan tehostaminen	Nykyiset tai vain maltillisesti kasvavat bulk-virrat	Operoinnin suunnittelun parantaminen, varastointialueiden käytön optimointi, materiaalivirtojen ohjauksen selkeyttäminen, laituritoimintojen yhteensovittaminen sekä jatkosuunnittelun lähtötietojen tarkentaminen	Nykyisen toimintamallin kapasiteetin parempi hyödyntäminen ja pohjan luominen seuraaville investointivaiheille
Vaihe 2: Osittain kiinteä ratkaisu	Volyymit kasvavat kohti skenaariota 1 ja lastauksen tehokkuus alkaa rajoittaa toimintaa	Laivojen lastauslaitteiston toteuttaminen, sataman sisäisten toimintojen järjestelyjen kehittäminen, materiaalikohtaisten käsittely- ja varastointikäytäntöjen vahvistaminen sekä tarvittaessa laiturin 1 toteuttaminen perinteisenä laiturina kapasiteetin lisäämiseksi.	Laivakäsittelyn tehostuminen, operatiivisen sujuvuuden paraneminen ja kapasiteetin kasvattaminen ilman täysimittaista terminaali-investointia
Vaihe 3: Rajatut infrastruktuuri-investoinnit	Volyymit vakiintuvat kasvaneelle tasolle ja varastointi- sekä purkujärjestelyt muodostuvat pullonkauloiksi	Varastoratkaisujen toteuttaminen, purkualueiden kehittäminen, kenttäjärjestelyjen parantaminen, tilavaraukset junapurulle ja mahdolliselle kuljetinratkaisulle	Toiminnan hallittavuuden parantuminen, häiriöiden väheneminen ja valmius siirtyä laajempaan terminaaliratkaisuun
Vaihe 4: Kiinteä bulk-terminaali	Volyymit kasvavat lähelle skenaariota 2 ja satamaan syntyy pysyvä tarve käsitellä suuria juna- ja rekkapohjaisia bulk-virtoja	Juna- ja rekkapurun kiinteät ratkaisut, ratajärjestelyt, kuljetinjärjestelmä, katetun varastoinnin laajentaminen, tehokas laivakuormain sekä pölynhallinnan kokonaisratkaisu. Laiturin 1 toteuttaminen viimeistään tässä vaiheessa.	Korkea operatiivinen tehokkuus, parempi ympäristönhallinta, suurempien volyymien hallittu käsittely ja pitkän aikavälin kilpailukykyinen bulk-logistiikkaratkaisu