

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Talonrakennustekniikka

2014

Jukka-Pekka Uusikartano

TURUN SATAMAN LAITURIEN KANTAVUUSTARKASTELUT

– Linnanaukon poikki- ja länsilaituri



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka | Talonrakennustekniikka

2014 | 32+24

Vesa Virtanen, yliopettaja; Harry Gustafsson, toimitusjohtaja (Arcus Oy)

Jukka-Pekka Uusikartano

TURUN SATAMAN LAITURIEN KANTAVUUSTARKASTELOT – LINNANAUKON POIKKI- JA LÄNSILAITURI

Työssä tarkasteltiin Turun sataman Linnanaukon poikki- ja länsilaitureiden kantavuutta. Turun satamalle toimitettiin ohjeistukset, joiden mukaan nostoja voidaan tehdä Mantsinen 120 R -materiaalinkäsittelykoneella.

Tarkasteltavia laitureita oli noin 650 metriä ja niissä erilaisia rakennetyyppejä kaikkiaan 9. Näiden samankaltaisuudesta johtuen ohjekortteja tehtiin kuitenkin 6 kappaletta. Ohjekortteihin kirjattiin maksimikuormat alueittain ja alueiden mitoitus. Ohjekorteissa näkyvät rakenteet piirrettiin vanhoihin leikkauskuviin ja paalukarttoihin pohjautuen.

Paalun materiaalin, halkaisijan ja esiintymistiheyden perusteella pystyttiin laskemaan sallittu maksimipuristusjännitys. Kantavuustarkasteluissa otettiin huomioon ainoastaan paalun kantokyky.

Kantavuustarkasteluja varten tehtiin Excel-laskentapohja, johon voitiin syöttää muun muassa tarkastelusyvyys, vedenpinnan taso, betonirakenteiden paksuus, maan ominaispaino ja maanpintaan kohdistuva kuormitus.

ASIASANAT:

Satama, laituri, paalutus, kantokyky

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Structural Engineering

2014 | 32+24

Vesa Virtanen, Principal Lecturer; Harry Gustafsson, CEO (Arcus Oy)

Jukka-Pekka Uusikartano

EXAMINATION OF LOAD BEARING CAPACITY OF THE PORT OF TURKU PIERS – CROSS AND WEST WHARFS IN LINNANAUKKO

The Port of Turku piers were examined from the perspective of capacity in this thesis. These piers are called the cross and west wharfs and they are located in Linnanaukko. Instructions for lifting with the Mantsinen 120 R material handler were created and presented to the Port of Turku.

There were 9 different pier structure types, the total length of the pier being approximately 650 meters. However, only 6 instruction cards were created because of the structural similarities. Maximum capacities and dimensioning were recorded in the cards. The structures seen in the cards were drawn based on old drawings, such as side projections and pile location maps.

The maximum compression of the pile was calculated based on the strength of the material, the diameter and spacing. In the survey of bearing capacity, only the pile capacity was considered.

An Excel spreadsheet was created for examination of the load bearing capacity. The data entered into the spreadsheet included examination depth, water surface level, thickness of concrete structures, soil specific weight, and the load imposed on the ground.

KEYWORDS:

Port, pier, piling, load bearing capacity

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 LÄHTÖTIEDOT	7
2.1 Yleistä Turun satamasta	7
2.2 Linnanaukon poikkilaituri	7
2.3 Linnanaukon länsilaituri	8
2.4 Mantsinen 120 R	10
3 PAALUJEN KANTAVUUDET	11
3.1 Poikkilaiturin paalulukema 0–100	11
3.2 Länsilaituri	13
3.2.1 Paalulukema 0–216	13
3.2.2 Paalulukema 216–246	15
3.2.3 Paalulukema 246–301	16
3.2.4 Paalulukema 301–427	18
3.2.5 Paalulukema 431–458	20
3.2.6 Paalulukema 458–551	21
3.3 Paalujen kantavuudet alueittain	21
4 SALLITUT PINTAKUORMAT	22
4.1 Laskentapohjan käyttö	24
4.2 Poikkilaiturin paalulukema 0–100	27
4.3 Länsilaituri	27
4.3.1 Paalulukema 0–216	27
4.3.2 Paalulukema 216–246	28
4.3.3 Paalulukema 246–271	29
4.3.4 Paalulukema 271–301	29
4.3.5 Paalulukema 301–427	29
4.3.6 Paalulukema 431–458	30
4.3.7 Paalulukema 458–551	30
5 YHTEENVETO	31
LÄHTEET	32

LIITTEET

- Liite 1. Poikkilaiturin pl. 0–40 poikkileikkaus
- Liite 2. Poikkilaiturin pl. 40–100 poikkileikkaus
- Liite 3. Ajoneuvonostureiden sijoitusohje
- Liite 4. Länsilaiturin pl. 0–216 poikkileikkaus
- Liite 5. Länsilaiturin pl. 216–246 poikkileikkaus
- Liite 6. Länsilaiturin pl. 246–271 poikkileikkaus
- Liite 7. Länsilaiturin pl. 271–301 poikkileikkaus
- Liite 8. Länsilaiturin pl. 301–427 poikkileikkaus
- Liite 9. Länsilaiturin pl. 431–458 poikkileikkaus
- Liite 10. Länsilaiturin pl. 458–551 poikkileikkaus
- Liite 11. Mantsinen 120 R spesifiointi
- Liite 12. Mantsinen 120 R -nosturin sijoitusohjeet

KUVAT

- | | |
|--|----|
| Kuva 1. Linnanaukon poikkilaituri (merkitty mustalla) ja osa Turun satamasta. | 8 |
| Kuva 2. Linnanaukon länsilaituri (merkitty mustalla) ja osa Turun satamasta. | 9 |
| Kuva 3. Mantsinen 120 R -materiaalinkäsittelykone. | 10 |
| Kuva 4. Osa poikkilaiturin pl. 40–100 paalukartasta. | 12 |
| Kuva 5. Osa pl. 110–180 paalukartasta. | 14 |
| Kuva 6. Osa pl. 216–246 paalukartasta. | 15 |
| Kuva 7. Osa pl. 246–271 paalukartasta. | 17 |
| Kuva 8. Osa pl. 301-396 paalukartasta. | 19 |
| Kuva 9. Osa paalukartasta 301–427 (merkitty vihreällä, ei sisällä taustapaalutusta), ja paalukartta 431–458 (merkitty punaisella). | 20 |
| Kuva 10. Keskivedenpinta 1900-luvulla ja arvio 2000-luvusta. | 22 |

TAULUKOT

- | | |
|--|----|
| Taulukko 1. Paalujen lukumäärät ja kantavuudet paalulukemille 246–301. | 18 |
| Taulukko 2. Paalujen kantavuudet alueittain. | 21 |
| Taulukko 3. Holvaantumisala ja kuormitus paalun yläpinnassa. | 26 |

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana oli Turun sataman tarve nosto-ohjeille, jotka on tehty Mantsinen 120 R -koneen tietoihin perustuen.

Valtaosasta käsiteltävistä laitureista on tehty ajoneuvonosturiohje A-betonin toimesta (liite 3). Tässä ohjeessa on määriteltä maksimitassukuormat ja kuormitusalueet. Uusi ohje on kuitenkin perusteltu, sillä Mantsinen 120 R on telalustainen nostokone, jolloin kuormien jakaantuminen tapahtuu eri tavalla kuin perinteisessä ajoneuvonosturissa. Uusi ohje tulee täydentämään A-betonin nosto-ohjetta.

Työssä on kolme päävaihetta:

- paalujen kantavuuden määrittäminen alueittain
- pintakuormien määrittäminen alueittain
- ohjekorttien teko.

Lähtötietoina käytettiin Turun kaupungin satamarakennustoimiston, Satamateknillisen toimiston sekä Insinööritoimisto A-betonin suunnittelemaa paalukarttoja ja poikkileikkauksia. Näitä suunnitelmia saatiin sekä Turun satamalta, että Insinööritoimisto Arcus Oy:ltä.

2 LÄHTÖTIEDOT

Seuraavassa kerrotaan hieman yleistä Turun satamasta, tarkasteltavista laitureista ja tarkasteltavasta konetyypistä.

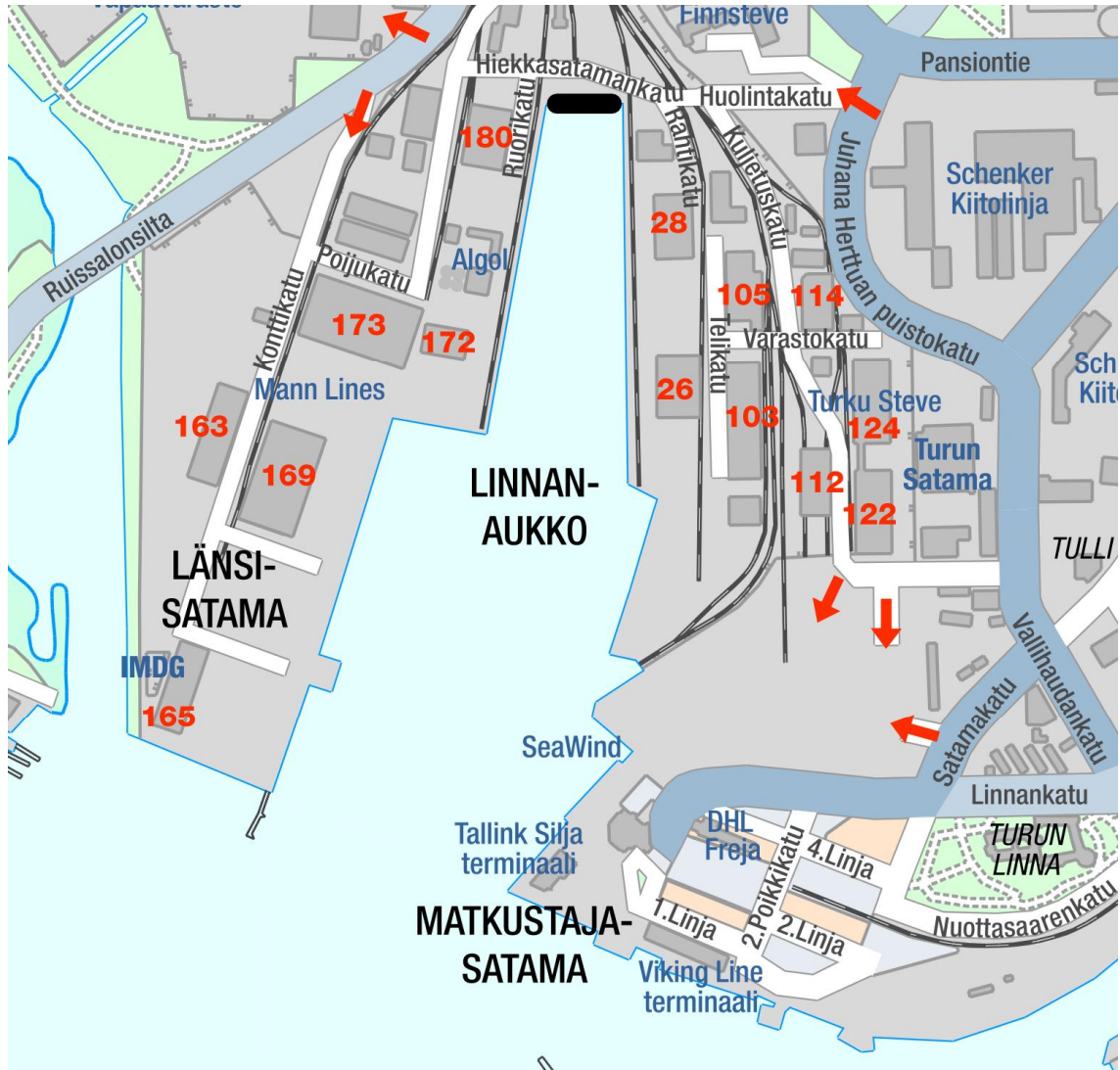
2.1 Yleistä Turun satamasta

Turun satama on ollut toiminnassa 1100-luvulta lähtien, mahdollisesti aiemminkin. Laivojen koon kasvaessa satamatoiminnot siirrettiin Kanavaniemelle 1900-luvun alkupuolella. Myöhemminä vuosikymmeninä satamaa laajennettiin Linnanaukolla, Länsisatamalla ja Pansion satamalla. Tällä hetkellä Turun satama on Suomen tärkein Skandinavian liikenteen keskus. (Turun Satama Oy 2014a.)

Satama kattaa 1 045 ha vesi- ja 225 ha maa-alueita. Laitureita on yhteensä 5 km. (Turun Satama Oy 2014a.)

2.2 Linnanaukon poikkilaituri

Linnanaukon poikkilaituri sijaitsee Hiekkasatamankadun eteläpuolella itä-länsi-suunnassa (kuva 1). Laituri on 100 metriä pitkä, ja se on perustettu puupaalujen varaan, eikä sille ole olemassa minkäänlaista nosto-ohjetta. Välillä 0–40 ja 40–100 on eri rakennetyypit (liitteet 1 ja 2).

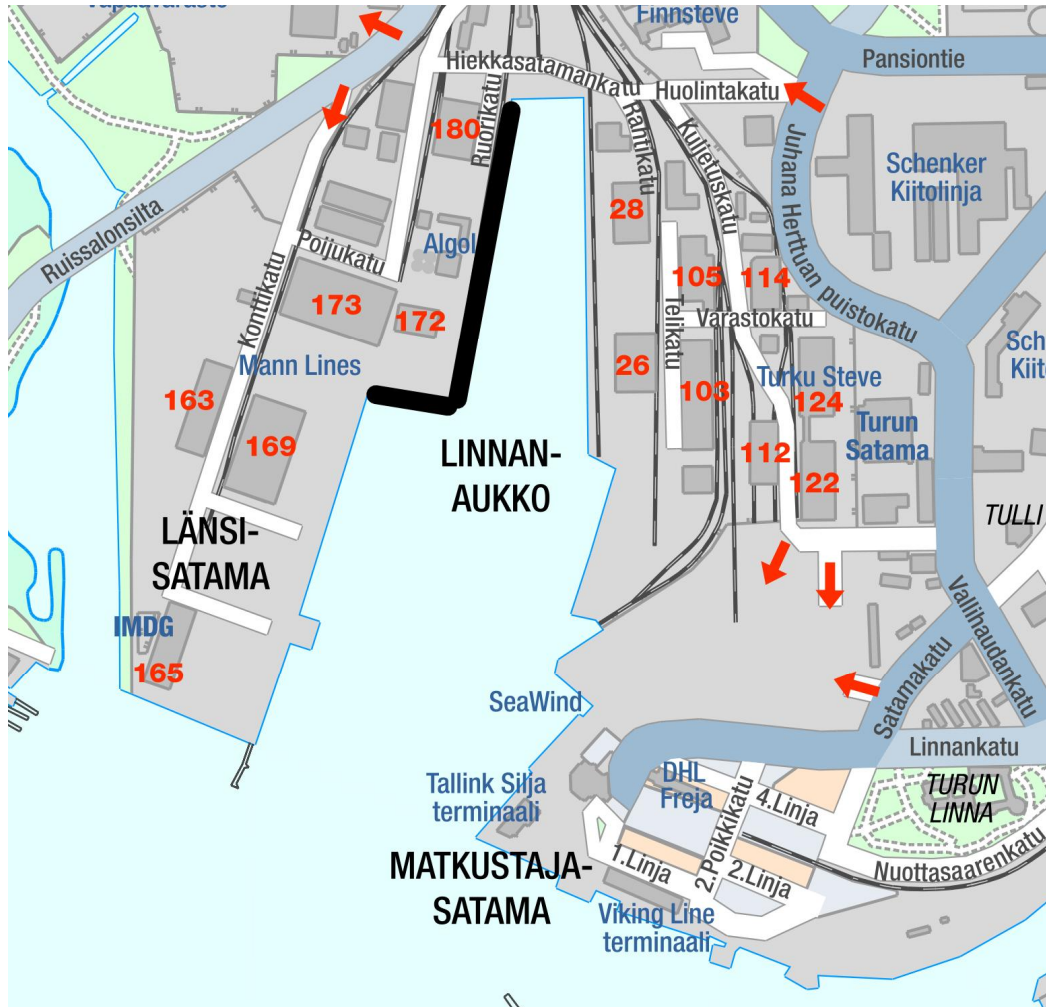


Kuva 1. Linnanaukon poikkilaituri (merkitty mustalla) ja osa Turun satamasta (Turun Satama Oy 2014b).

Pl. (paalulukema) 0–40 on suunniteltu vuonna 1939 ja pl. 40–100 1956. Kummassakin tapauksessa suunnittelijana on ollut Turun kaupungin satamarakennustoimisto.

2.3 Linnanaukon länsilaituri

Linnanaukon länsilaituri sijaitsee poikkilaiturista etelään (kuva 2). Tarkasteltava osuus on välillä pl. 0–551 ja se on perustettu pääosin puupaaluille, sekä osittain myös betoni- ja teräspaaluille.



Kuva 2. Linnanaukon länsilaituri (merkitty mustalla) ja osa Turun satamasta (Turun Satama Oy 2014b).

Insinööritoimisto A-betoni on tehnyt osista pl. 0–547,75 ja pl. 580–659,85 ajoneuvonostureiden sijoitusta koskevan ohjeen kymmeniä vuosia sitten (liite 3).

Länsilaiturin osien likimääräiset suunnitteluvuodet ja suunnittelijat ovat seuraavat:

- pl. 0–60, 1956, Turun kaupungin satamarakennustoimisto (liite 4)
- pl. 60–120, 1957, Turun kaupungin satamarakennustoimisto (liite 4)
- pl. 120–180, 1958, Turun kaupungin satamarakennustoimisto (liite 4)
- pl. 180–216, 1959, Turun kaupungin satamarakennustoimisto (liite 4)
- pl. 216–246, 1960, Satamateknillinen toimisto (liite 5)

- pl. 246–271, 1961, Insinööritoimisto A-betoni Oy (liite 6)
- pl. 271–301, 1960-luku, Insinööritoimisto A-betoni Oy (liite 7)
- pl. 301–427, 1967, Insinööritoimisto A-betoni Oy (liite 8)
- pl. 431–458, 1969, Insinööritoimisto A-betoni Oy (liite 9)
- pl. 458–551, 1969, Insinööritoimisto A-betoni Oy (liite 10).

2.4 Mantsinen 120 R

Opinnäytetyön lähtökohtana oli Turun sataman toimeksianto, jossa tilattiin Mantsinen 120 R -koneen nosto-ohjeet laiturien eri osille (kuva 3 ja liite 11).



Kuva 3. Mantsinen 120 R -materiaalinkäsittelykone (Mantsinen Group 2014).

Mantsinen 120 -materiaalinkäsittelykonetta on saatavissa neljällä eri alustavaihtoehdolla (Mantsinen Group 2014):

- tela (R)
- pyörä (M)
- kisko (S)
- kiinteä (F).

3 PAALUJEN KANTAVUUDET

Paalut voidaan olettaa tukipaaluiksi, koska ne on lyöty kovaan pohjaan saakka (joko tiiviiseen moreeniin tai kallioon). Laskuissa ei huomioida paalujen kaltevuuksia, koska ne ovat verrattain pieniä (maksimissaan 3:1), ja näin ollen ne eivät vaikuta merkittävästi kantavuuteen. Lisäksi paaluvyöhykkeet, joissa on vinopaalutusta, eivät kantavuuden puolesta ole määrääviä. Laskennassa kaikki pyöritykset on tehty alaspäin. Paalujen lukumäärä ja kantavuus neliömetrille on esitetty yhden desimaalin tarkkuudella.

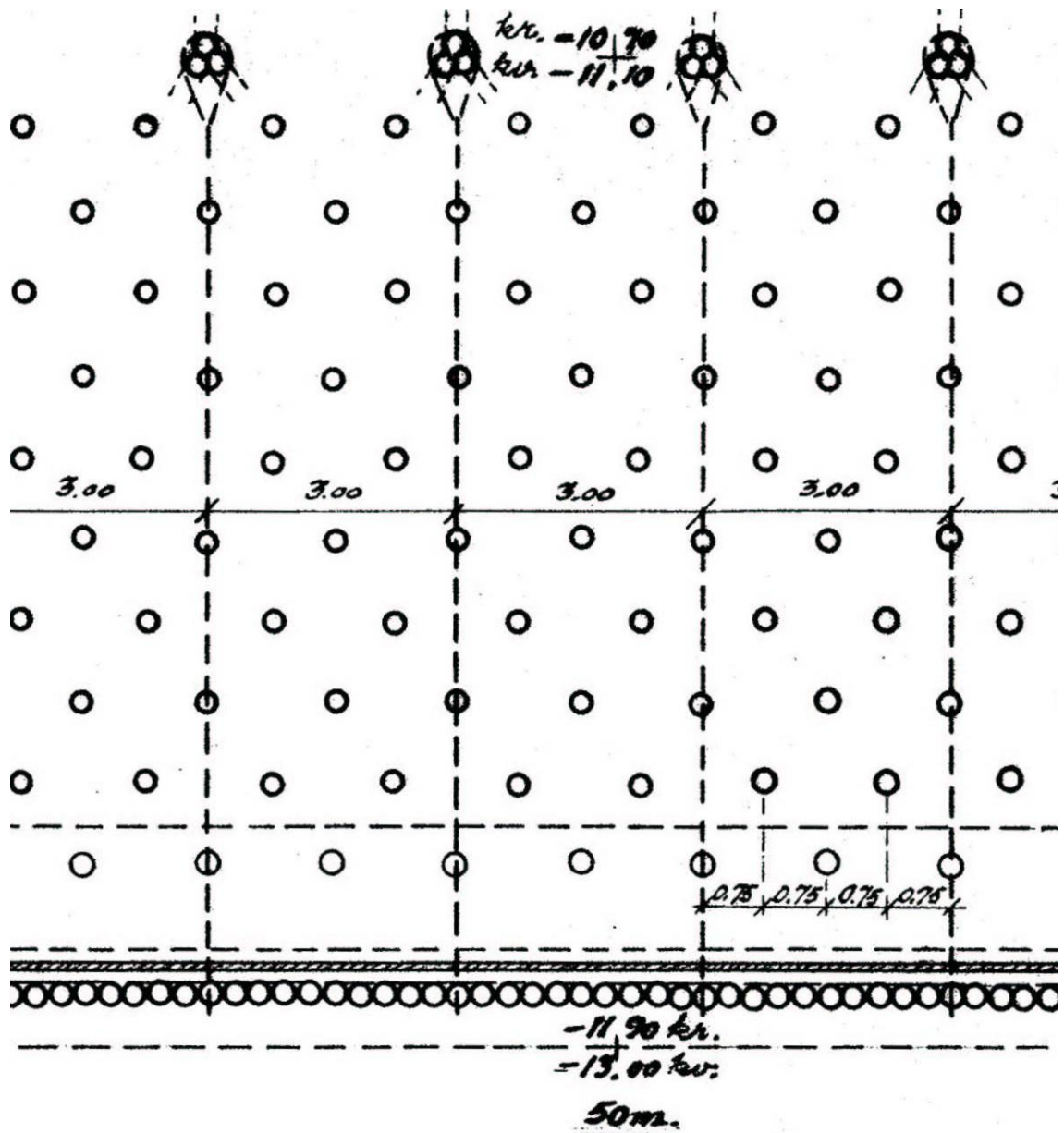
LPO-87 kertoo paalutusluokan III puu- ja teräsbetonitukipaalujen geotekniseksi kantavuudeksi $5 \text{ MN} / \text{m}^2$ ja teräspaalujen kantavuudeksi $40 \text{ MN} / \text{m}^2$ (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry 2002, 30). Kaavalla $\pi \cdot r^2 \cdot \sigma_{\text{sallittu}}$ saadaan paaluille seuraavat kantavuudet (r = paalun säde (m)):

- 150 mm:n puupaalu, $\pi \cdot \left(\frac{0,15 \text{ m}}{2}\right)^2 \cdot 5 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2} = 0,08836... \text{ MN} \approx 88 \text{ kN}$
- 175 mm:n puupaalu, 120 kN
- 190 mm:n puupaalu, 141 kN
- 200 mm:n puupaalu, 157 kN
- 500 mm:n betonipaalu, 981 kN
- 600 mm:n betonipaalu, 1413 kN.

3.1 Poikkilaiturin paalulukema 0–100

Koska paalulukeman 0–40 tarkoista paalupaksuuksista ei ole tietoa, oletetaan rakenne samaksi kuin välillä 40–100. Välillä 40–100 reunamuurin alla on vierekkin kaksi paalua, kun välillä 0–40 vastaava lukema on parhaimmillaan neljä. Näin ollen tulokset ovat välillä 0–40 varmalla puolella paalujen paksuuksien arvioinnista huolimatta.

Paalukartasta (kuva 4) nähdään paalujen väliset etäisyydet ja voidaan laskea paalujen lukumäärä neliömetrille.



Kuva 4. Osa poikkilaiturin pl. 40–100 paalukartasta (Turun kaupungin satamarakennustoimisto 1939).

Reunamuurin alla on 175 mm:n paaluja $1,3/m^2$ ja muualla 150 mm:n paaluja $0,6/m^2$. Vastaavat kantavuudet ovat

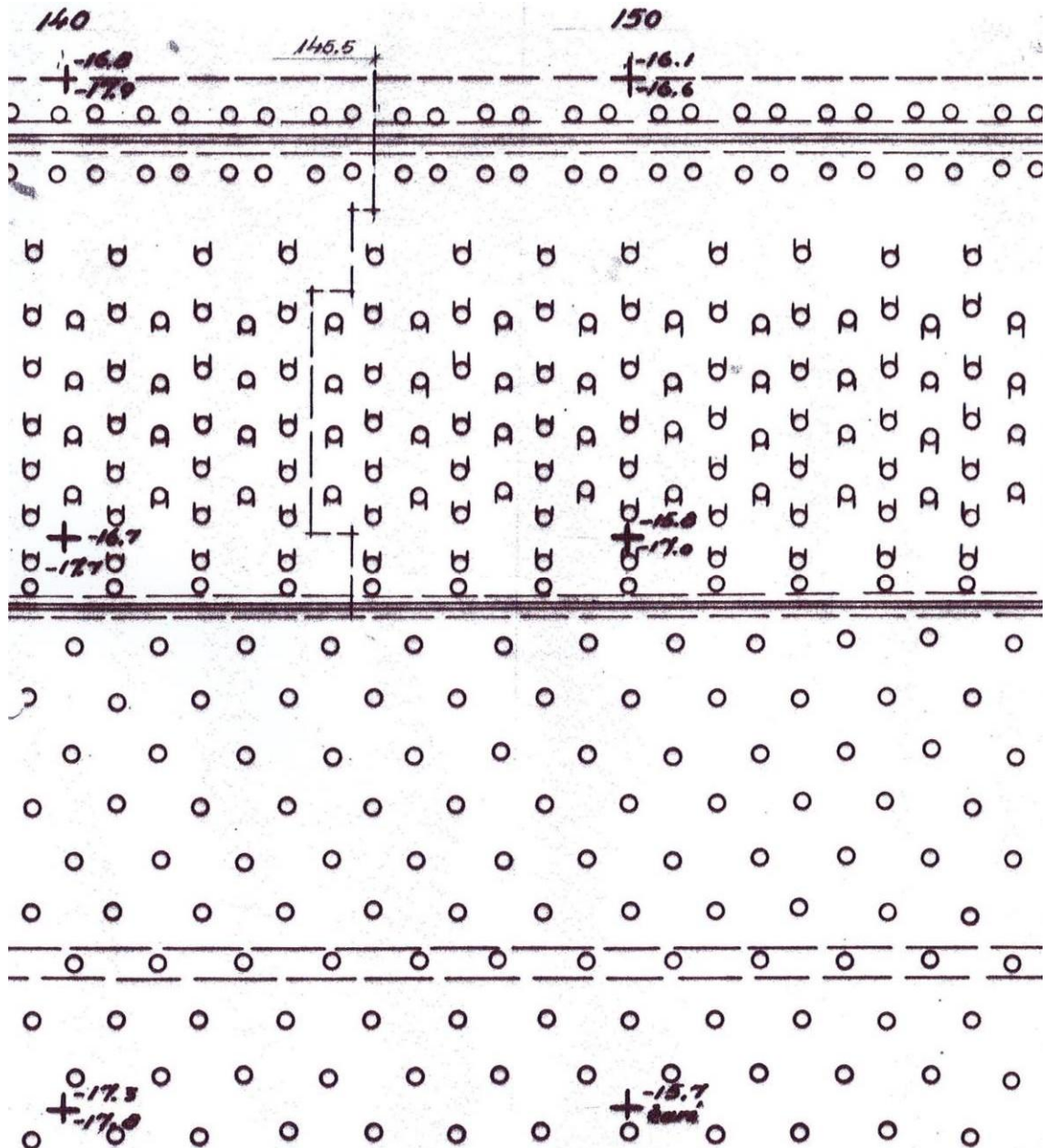
- reunamuurilla $1,3/m^2 \cdot 120 \text{ kN} = 156 \text{ kN}/m^2$

- muualla $0,6/m^2 \cdot 88 \text{ kN} = 52,8 \text{ kN} / m^2$

3.2 Länsilaituri

3.2.1 Paalulukema 0–216

Paalukartasta (kuva 5) voidaan mitata paalujen väliset etäisyydet ja laskea paalujen lukumäärä neliölle. Koska suunnitelmissa ei kerrota paalujen minimilatvamittoja, oletetaan edellisen rakennetyypin mukaan kaksi reunimmaista paalua olevan 175 mm ja muut 150 mm (liite 4).

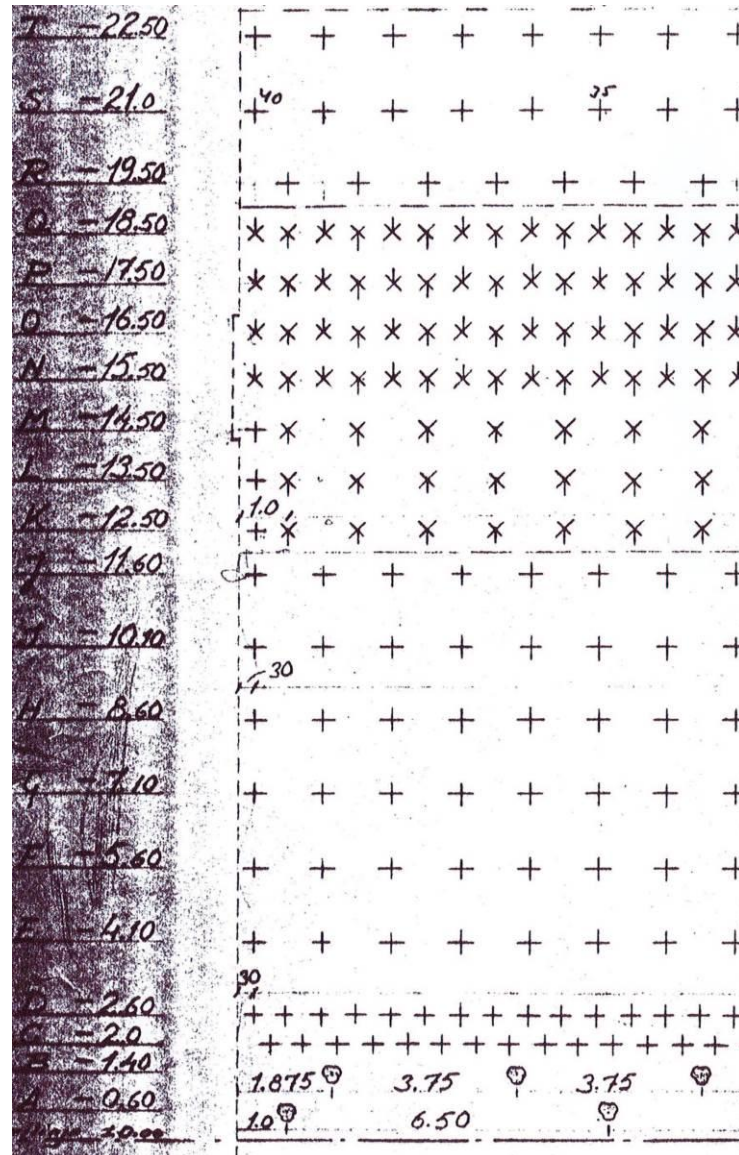


Kuva 5. Osa pl. 110–180 paalukartasta (Turun kaupungin satamarakennustointo 1957b).

Reunamuurin kaksi lähimpänä vettä olevaa paaluriviä oletetaan siis olevan 175 mm:n paaluja. Näitä on $1/m^2$. Reunamuurin loppuun asti oletetaan olevan 150 mm:n paaluja $1,2/m^2$, tästä eteenpäin kiskopalkkiin saakka $0,7/m^2$, jonka jälkeen $0,6/m^2$. Vastaavat kantavuudet ovat 120; 105,6; 61,6 ja 52,8 kN / m^2 .

3.2.2 Paalulukema 216–246

Kahdessa reunimmaisessa paalurivissä (kuva 6) on merkitty käytettäväksi KP23-teräspaaluja.



Kuva 6. Osa pl. 216–246 paalukartasta (Satamateknillinen toimisto 1960).

Tarkempaa tietoa tästä merkinnästä ei löytynyt, mutta leikkaukseen (liite 5) on merkitty paalun halkaisijaksi 37 eli oletettavasti 370 mm. Jos oletetaan, että seinämän paksuus on 10 mm, kantavuus lasketaan aiemmin mainitun 40 MN / m² mukaan:

$$\pi \cdot (R^2 - r^2) \cdot \sigma_{sallittu} = \pi \cdot \left(\left(\frac{0,37 \text{ m}}{2} \right)^2 - \left(\frac{0,37 \text{ m} - 2 \cdot 0,01 \text{ m}}{2} \right)^2 \right) \cdot 40 \text{ MN} / \text{m}^2 \approx 452 \text{ kN} ,$$

jossa

R = paalun ulkosäde (m)

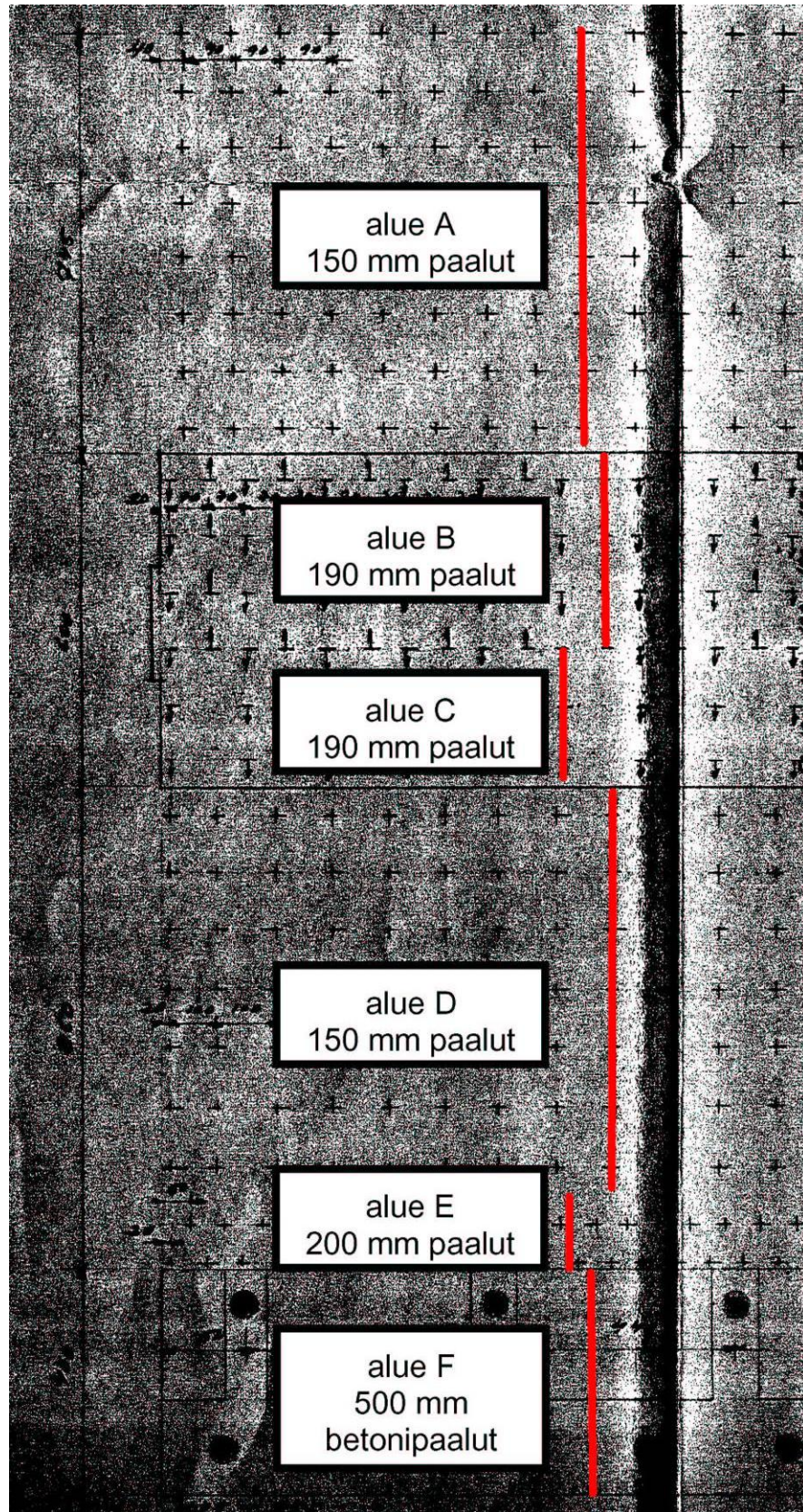
r = paalun sisäsäde (m).

Linjoilla A–B on mainittuja paaluja 0,2/m², joten kantavuus on 90,4 kN / m². Linjoilla C–D on 200 mm:n puupaaluja 1,5/m², ja vastaava kantavuus on 235,5 kN / m². Linjoilla E–J on 200 mm:n paaluja 0,4/m², joten kantavuus on 62,8 kN / m². K–M-linjoilla on 190 mm:n puupaaluja 0,7/m², ja niiden kantavuus on 98,7 kN / m². Välillä N–Q on 190 mm:n paaluja 1,3/m², joten kantavuus on 183,3 kN / m². Paalukartta loppuu väliin R–T, jossa on 200 mm:n paaluja 0,5/m². Paalujen kantavuus on tällöin 78,5 kN / m².

3.2.3 Paalulukema 246–301

Paaluvälit 246–271 ja 271–301 ovat lähes identtisiä ja A-betonin nosto-ohjeessa (liite 3) ne onkin summattu yhteen heikomman eli pl. 246–271 rakennetyypin mukaan. Tässä työssä eriävät osat tarkastellaan kuitenkin erikseen.

Osasta pl. 271–301 ei ole paalukarttaa, joten sen oletetaan soveltuvilta osin noudattavan pl. 246–271 -karttaa (kuva 7). Ainoat erot löytyvät osista C ja D; paaluvälillä 271–301 on osassa C myös toiseen suuntaan vinopaalut, ja osassa D paalut ovat 200 mm paksuja.



Kuva 7. Osa pl. 246–271 paalukartasta (Insinööritoimisto A-betoni Oy 1961).

Selvyyden vuoksi pl. 246–301 paalulukumäärät ja kantavuudet on esitetty taulukossa 1

Taulukko 1. Paalujen lukumäärät ja kantavuudet paalulukemille 246–301.

	pl 246-271	pl 271-301
alue A	1,1 paalua / m ² , kantavuus 96,8 kN / m ²	1,1 paalua / m ² , kantavuus 96,8 kN / m ²
alue B	1,3 paalua / m ² , kantavuus 183,3 kN / m ²	1,3 paalua / m ² , kantavuus 183,3 kN / m ²
alue C	0,6 paalua / m ² , kantavuus 84,6 kN / m ²	1,3 paalua / m ² , kantavuus 183,3 kN / m ²
alue D	0,9 paalua / m ² , kantavuus 79,2 kN / m ²	0,9 paalua / m ² , kantavuus 141,3 kN / m ²
alue E	1,8 paalua / m ² , kantavuus 282,6 kN / m ²	1,8 paalua / m ² , kantavuus 282,6 kN / m ²
alue F	0,1 paalua / m ² , kantavuus 98,1 kN / m ²	0,1 paalua / m ² , kantavuus 98,1 kN / m ²

Kuten huomataan, pl. 271–301 osien C ja D paalut kantavat noin kaksinkertaisesti verrattuna pl. 246-271.

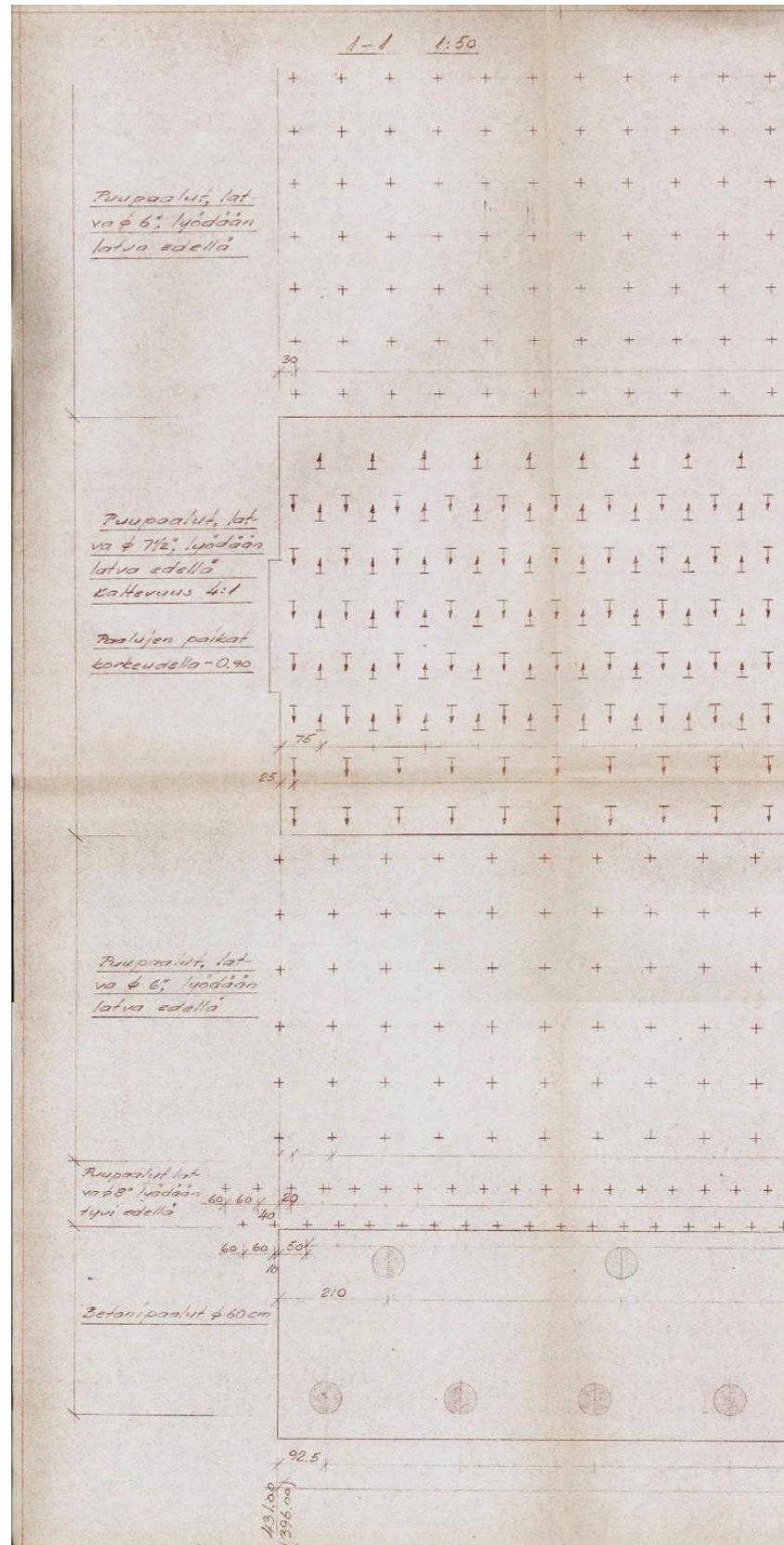
3.2.4 Paalulukema 301–427

Laiturin nurkkapiste on kohdassa pl. 431. Syy, miksi tarkasteluväli päättyy lukemaan 427 on se, että nurkasta eteenpäin (eli länteen) on reunamuurin osalta eri rakennetyyppi.

Paalujen sijoittelu ja koot ovat nähtävissä paalukartasta (kuva 8), josta myös laskettiin niiden määrä neliömetrille.

Lähimpänä vettä olevia 600 mm:n betonipaaluja on 0,1/m². Tästä seuraa kantavuus 141,3 kN / m². Seuraavaksi on kaksi riviä 200 mm:n puupaaluja. Näitä on 2,5/m², joten kantavuus on 392,5 kN / m². 150 mm:n paaluja on 0,9/m², kantavuuden ollessa tällöin 79,2 kN / m². Vinoon lyötyjä 190 mm:n paaluja on kahdessa eri vyöhykkeessä:

- Vyöhyke 1 (harvemmat): 1,1/m², josta seuraa 155,1 kN / m² kantavuus
- Vyöhyke 2 (tiheämmät): 2/m², josta seuraa 282 kN / m² kantavuus.

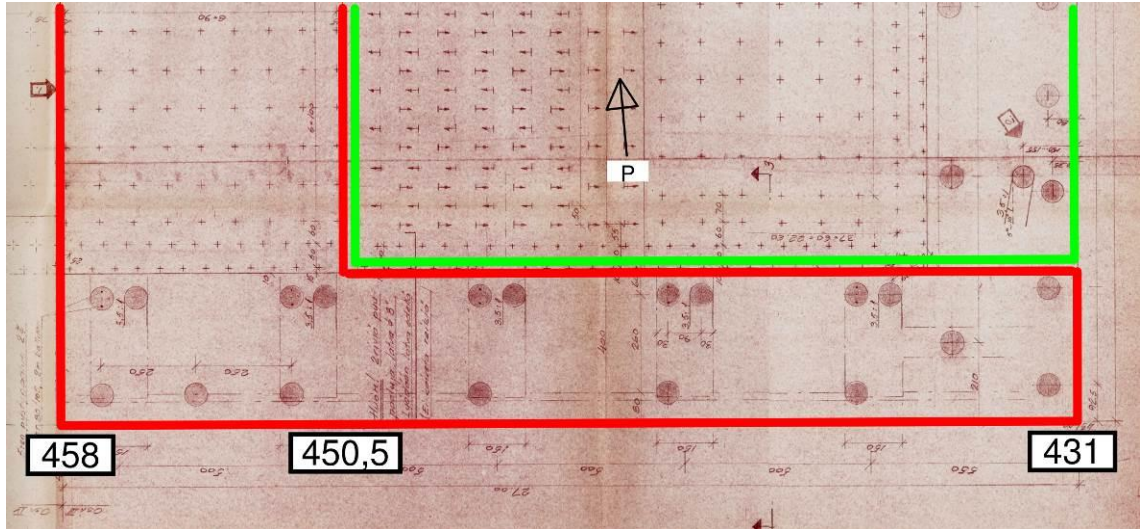


Kuva 8. Osa pl. 301-396 paalukartasta (Insinööritoimisto A-betoni Oy 1967b).

Taustapaalutus on vastaava kuin edellisellä paalulukemavälillä eli kantavuus on $96,8 \text{ kN} / \text{m}^2$.

3.2.5 Paalulukema 431–458

Viime luvussa käsitelty paalukartta kattaa valtaosan välistä 431–458 (kuva 9).



Kuva 9. Osa paalukartasta 301–427 (merkitty vihreällä, ei sisällä taustapaalutusta), ja paalukartta 431–458 (merkitty punaisella) (Insinööritoimisto A-betoni Oy 1969b).

Näin ollen nyt tarkasteltava osuus on voimassa ainoastaan välillä 450,5–458; reunamuurin, betonipaalujen ja 200 mm:n puupaalujen osalta pl. 431 lähtien.

600 mm:n betonipaalujen ja niitä seuraavien 200 mm:n puupaalujen esiintyvyys ja kantavuus ovat samat kuin edellisessä luvussa eli $141,3 \text{ kN} / \text{m}^2$ ja $392,5 \text{ kN} / \text{m}^2$. Oletettavasti seuraavat paalut ovat 150 mm paksuja (ei selviä saatavilla olevista paalukartoista tai leikkauksista) ja vinoon lyödyt paalut 190 mm. 150 mm:n paaluja on $1,1/\text{m}^2$ ja 190 mm:n $1/\text{m}^2$. Kantavuudet ovat $96,8 \text{ kN} / \text{m}^2$ ja $141 \text{ kN} / \text{m}^2$.

Välillä pl. 450,5–458 on sama taustapaalutus kuin pl. 246 lähtien eli paalujen kantavuus on $96,8 \text{ kN} / \text{m}^2$.

3.2.6 Paalulukema 458–551

Kyseessä olevasta välistä ei ole saatavilla paalukarttaa, mutta koska rakenne on leikkausten perusteella lähes sama, ainoastaan betonipaaluja on leikkauksessa kolmen sijasta kaksi, kuin välillä 450,5–458, voidaan suunnitelmien ajatella täydentävän toisiaan puutteellisilta osin (vertaa liite 9 ja 10). Niinpä kantavuudet ovat pyöristystarkkuuden puitteissa vastaavat kuin edellisessä luvussa.

3.3 Paalujen kantavuudet alueittain

Taulukossa 2 on esitetty lasketut tulokset kullakin paalulukeman välillä.

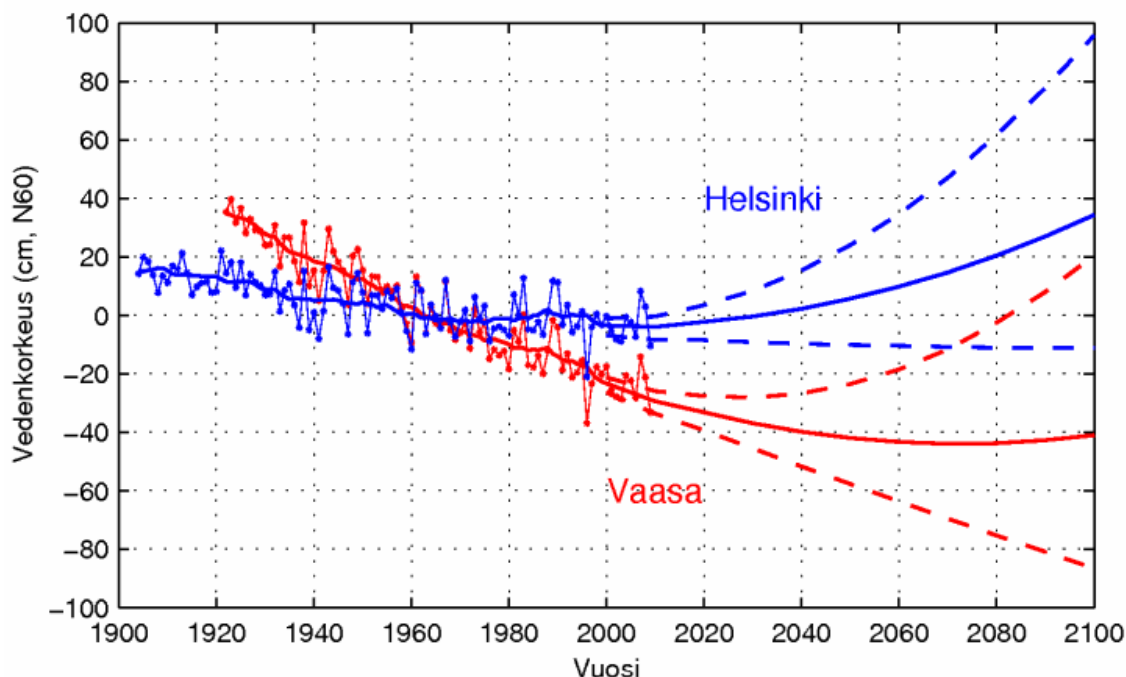
Taulukko 2. Paalujen kantavuudet alueittain.

Paalulukema	kantavuus (kN / m ²)	kantavuus (kN / m ²)	kantavuus (kN / m ²)	kantavuus (kN / m ²)	kantavuus (kN / m ²)	kantavuus (kN / m ²)
0-100 (poikkil.)	156	52,8				
0-216	120	105,6	61,6	52,8		
216-246	90,4	235,5	62,8	98,7	183,3	78,5
246-271	98,1	282,6	79,2	84,6	183,3	96,8
271-301	98,1	282,6	141,3	183,3	183,3	96,8
301-427	141,3	392,5	79,2	155,1	282	96,8
431-458	141,3	392,5	96,8	141	96,8	
458-551	141,3	392,5	96,8	141	96,8	

Vasemmanpuoleisin kantavuuden sarake kuvaa vettä lähinnä olevia paaluja ja oikeanpuoleisin taustapaalusta tai sellaisen puuttuessa viimeisiä saatavilla olevia tietoja paalukarttaan tai poikkileikkaukseen perustuen. Aina kun paalujen esiintymistiheys tai paalukoko muuttuvat, vaihtuu myös kantavuuden arvo. Poikkileikkausten muutosrajoja ei ole tässä erikseen määritetty, sillä ne ovat helposti erotettavissa leikkauksissa (liitteet 1, 2 ja 4–10).

4 SALLITUT PINTAKUORMAT

Mantsinen 120 R -koneen (liite 11) aiheuttamat kuormat (oma paino ja taakka) siirtyvät teloja pitkin laiturin pintaan ja holvaantuvat tästä edelleen maaperään kunnes ne kohtaavat hirsiarina- tai betonirakenteen ja paalut. Kuormien holvaantumisen oletetaan tapahtuvan 1,5:1. Betonin ja maan tilavuuspainojen ominaisarvoina käytetään 25 ja 18 kN / m³. Vastaavat arvot veden alla ovat 15 ja 11 kN / m³. Vedenpinnan oletetaan olevan tasolla -0,80 (LLW = *lowest low water*), mutta kuitenkin alimmillaan tarkastelusyvytydessä eli paalujen yläpinnan tasolla. Tämä on perusteltua, koska vedenpinta on todennäköisesti laskenut Turussa suunnitelmien laadinnan ajankohdasta (kuva 10), ja näin saadaan pahin mahdollinen tilanne tarkasteltua, kun noste ei ole juurikaan tai yhtään vaikuttamassa paalutuksen yläpuoliseen betoniin tai maahan. Vanhoissa suunnitelmissa vedenpinta on merkitty tasoon +0,00.



Kuva 10. Keskivedenpinta 1900-luvulla ja arvio 2000-luvusta (Ilmatieteen laitos 2014).

Kaikki tarkastelut tehdään ominaisarvoilla, ja tulokseksi saadut ja piirroksiin (liite 12) merkityt neliökuormat ovat siten myös ominaisarvoja. Tämä on luontevaa

useasta eri syystä. Puupaalun rakenteellinen kantavuus on tyypillisesti noin 2–3 kertaa suurempi kuin geotekninen kantavuus (H. Gustafsson, henkilökohtainen tiedonanto 3.3.2014). LPO-87 kertoo lyönnissä sallitun dynaamisen puristusjännityksen olevan vähintään 13 MN / m² (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry 2002, 38). Koska Mantsinen 120 R -materiaalinkäsittelykoneen paino on noin 125 t (arvioidut nesteet 1 t) ja maksimitaakka 20 t (liite 11), olisi järjenvastaista kertoa nämä arvot eurokoodien mukaisilla kertoimilla 1,15 ja 1,5. Kertoimia käyttämällä painoa tulisi lähes 20 % lisää, mikä ei yksinkertaisesti ole mahdollista. Pintakuormat merkittiin piirroksiin heikomman rakennetyypin mukaan, koska molemmilla teloilla pitää olla sama sallittu kuormitus. Tämä on perusteltua siksi että lastaustapahtumassa kuormat kuitenkin jakautuvat vaihtelevasti telojen kesken. Mantsisen oma tekninen ohje (liite 11) esittää sekä kuormatun että kuormaamattoman koneen suurimmat maaperään kohdistamat rasitukset eri kauhan sijainneilla. Kun kauha on sivulla ja taakkaa ei ole, kone kuormittaa maaperää maksimissaan 116 kN / m². Tämä kuormitus antaa koneen kokonaisuutena seuraavaa:

$$(116 \frac{kN}{m^2} \cdot 2 \cdot 0,85 m \cdot 7,63 m) / 9,81 \frac{m}{s^2} = 153,4 t.$$

Kun tätä verrataan todelliseen massaan (125 t), huomataan lähes 23 %:n ylikuorma. Kauhan ollessa sivulla maksimitaakan kanssa, kone kuormittaa maaperää 188 kN / m². Tästä kuormituksesta lasketaan koneen ja kuorman massaksi

$$(188 \frac{kN}{m^2} \cdot 2 \cdot 0,85 m \cdot 7,63 m) / 9,81 \frac{m}{s^2} = 248,6 t$$

Todelliseen kokonaisuutensa verrattaessa (145 t) havaitaan 71 %:n ero. Myös edellisessä luvussa mainittu vedenpinnan taso maksimoi paaluille aiheutuvan kuormituksen.

Paalujen käyttöaste pyritään asettamaan lähelle sataa prosenttia, koska kuormitus on hyvin lyhytaikaista. Paalujen sekä betoni- ja arinarakenteiden kunto oletetaan hyväksi. Tarkastelut aloitetaan jo mainitulla 116 kN / m²:n kuormituksella.

Mikäli laiturin molempien telojen alla kestää tämän painon, jatketaan maksimineliokuorman määritykseen. Sallitut pintakuormat on esitetty piirroksissa (liite 12) 5 kN:n tarkkuudella, ja mahdollinen pyöristys on tapahtunut alaspäin. Kuviin on piirretty koneen sijainnista edullisin tilanne siten, että huomioidaan suurin mahdollinen taakka ja käyttökelpoinen ulottuma. Mikäli sallittu pintakuorma ylittää $230 \text{ kN} / \text{m}^2$, on piirrokseen kirjattu arvo 230. Näin siksi, että Mantsinen 120 R ei voi ylittää $231 \text{ kN} / \text{m}^2$:n kuormitusta maksimitaakalla pahimmassakaan mahdollisessa nostotilanteessa (liite 11(2)).

Tarkasteltavan laiturin laajuudesta johtuen oli tarkoituksenmukaista tehdä laskentapohja Excel-ohjelmaan (taulukko 3).

4.1 Laskentapohjan käyttö

Laskenta alkaa holvaantuvan leveyden, pituuden ja näiden kautta pinta-alan määrittämisellä. Holvaantuva pituus ja leveys lasketaan syvyyden suhteen seuraavasti:

$$\frac{1,5}{1} = \frac{h}{a} \longrightarrow a = \frac{h}{1,5} \longrightarrow L_H = b + 2 \cdot \left(\frac{h}{1,5}\right), \text{ jossa}$$

h = tarkasteltava syvyys (telan alapinnasta paalun yläpintaan, m)

a = telan kummallakin puolella oleva holvaantunut matka (m)

L_H = holvaantuva pituus tai leveys (m)

b = telan pituus tai leveys (m).

Holvaantumisala (m^2) lasketaan holvaantuneen pituuden ja leveyden tulona.

Ulkoinen kuormitus tarkastelussyvyydessä lasketaan seuraavasti:

$$Q_k = \frac{F_k}{A_H} = \frac{q_k * c * d}{A_H}, \text{ jossa}$$

Q_k = ulkoisen kuormituksen ominaisarvo tarkastelussyvyydessä (kN / m^2)

F_k = ulkoisen kuormituksen ominaisarvo tarkastelusyvytydessä (kN)

A_H = holvaantumisala (m²)

q_k = ulkoisen kuormituksen ominaisarvo telan alapinnassa (kN / m²)

c = telan leveys (m)

d = telan pituus (m).

Paaluja kuormittaa ulkoisen kuormituksen lisäksi maan ja betonin paino:

$$G_k = \gamma_{maa} \cdot h_{maa} + \gamma'_{maa} \cdot h'_{maa} + \gamma_{betoni} \cdot h_{betoni} + \gamma'_{betoni} \cdot h'_{betoni}, \text{ jossa}$$

G_k = maan ja betonin aiheuttaman kuormituksen ominaisarvo (kN / m²)

γ_{maa} = maan tilavuuspaino (kN / m³)

h_{maa} = vedenpinnan yläpuolella oleva maa (m)

γ'_{maa} = maan tilavuuspaino veden alla (kN / m³)

h'_{maa} = vedenpinnan alapuolella oleva maa (m)

γ_{betoni} = betonin tilavuuspaino (kN / m³)

h_{betoni} = vedenpinnan yläpuolella oleva betoni (m)

γ'_{betoni} = betonin tilavuuspaino veden alla (kN / m³)

h'_{betoni} = vedenpinnan alapuolella oleva betoni (m).

Taulukko 3. Holvaantumisala ja kuormitus paalun yläpinnassa.

<u>HOLVAANTUMISALA / TELA</u>	
	syötä
	vastaus
kuormitusleveys yläpinnassa (m)	0,85
kuormituspituus yläpinnassa (m)	7,63
tarkasteltava syvyys (m)	3
holvaantuva leveys (m)	4,85
holvaantuva pituus (m)	11,63
holvaantuva ala (m ²)	56,41
<u>HOLVAANTUMISALAN KUORMITUS</u>	
maan tilavuuspainon ominaisarvo (kN/m ³)	18
maan tilavuuspainon ominaisarvo vedessä (kN/m ³)	11
betonin tilavuuspainon ominaisarvo (kN/m ³)	25
vedenpinnan etäisyys yläpinnasta (m)	2,7
ulkoisen kuormituksen ominaisarvo (kN/m ²)	100
ulkoisen kuormitus (kN)	649
ulkoisen kuormitus tarkastelusyvydessä (kN/m ²)	11
vedenpinnan yläpuolella olevat massat (m)	2,70
vedenpinnan yläpuolella oleva betoni (m)	1,00
vedenpinnan yläpuolella oleva maa (m)	1,70
vedenpinnan alapuolella olevat massat (m)	0,30
vedenpinnan alapuolella oleva betoni (m)	0,30
vedenpinnan alapuolella oleva maa (m)	0,00
maan ja betonin kokonaispaino (kN)	3390
maan ja betonin aiheuttama kuormitus (kN/m ²)	60
	72
kokonaispaine tarkastelusyvydessä (kN/m ²)	

4.2 Poikkilaiturin paalulukema 0–100

Poikkilaiturin taustan paalut ovat noin 1,65 metrin syvyydessä maan pinnasta (liite 12(1)). Kun tarkastellaan mainittua $116 \text{ kN} / \text{m}^2$ kuormitusta, saadaan paalujen pään tasalla rasitukseksi $55 \text{ kN} / \text{m}^2$. Tämä ylittää sallitun $52,8 \text{ kN} / \text{m}^2$, joten tarkastelua kyseessä olevan laiturin osalta ei ole syytä jatkaa, vaikka reuna-alue kestääkin rasitusta lähes kolminkertaisesti. Laituria ei voi siis kuormittaa edes pelkällä Mantsinen 120 R -koneella ilman taakkaa.

4.3 Länsilaituri

4.3.1 Paalulukema 0–216

Koska noin kahden metrin päässä laiturin reunasta on kaapelikouru, sijoitetaan kuormitus alkavaksi 3,5 metrin päästä, jolloin holvautuva voima ei kohdistu kouruun. Vedestä katsottuna kauimmaisen telan aiheuttama rasitus kohdistuu kahteen eri paalutukseen noin suhteella 30/70 (liite 12(2)). Heikompi paalutus on syvyydessä 2 metriä, ja sen päällä ei ole betonirakenteita. Ilman vahvempaa paalutusta heikompa aluetta voisi kuormittaa $147 \text{ kN} / \text{m}^2$, mutta koska vahvempi ottaa rasituksesta 30 %, saadaan maksimineliökuormaksi

$$\frac{147 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}}{0,7} = 210 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}.$$

Vahvemmassa paalutuksessa paalujen päät ovat 2,8 metrin syvyydessä ja betonin keskimääräiseksi paksuudeksi oletetaan 1,4 m. Pintakuormalla $210 \text{ kN} / \text{m}^2$ saadaan paalujen päiden tasolla kuormitukseksi $86 \text{ kN} / \text{m}^2$, mikä on pienempi kuin sallittu $105,6 \text{ kN} / \text{m}^2$.

$210 \text{ kN} / \text{m}^2$ on sallittu siis ainoastaan, mikäli telan reunan etäisyys laiturin reunasta on maksimissaan 3,5 metriä. Mikäli etäisyys kasvaa suuremmaksi, on noudatettava maksimissaan pintakuormaa $147 \text{ kN} / \text{m}^2$. Nosturipalkin takana olevan alueen paalutus kantaa ainoastaan $52,8 \text{ kN} / \text{m}^2$, joka ei aivan riitä kan-

nattelemaan konetta. Välille 0–216 tarvitaan kuitenkin jokin kulkuyhteys, ja koska Ruorikatu (kuva 2) kulkee noin 20 metrin päässä laiturin reunasta, on alueen taustapaalutus jatkuvasti alttiina liikennekuormille. Tästä syystä piirrokseseen (liite 12(2)) lisätään maininta nostopaikalle ajosta.

4.3.2 Paalulukema 216–246

Kaapelikourun sijainnista ei ole tarkkaa tietoa, joten oletetaan sen noudattavan edellisessä leikkauksessa esitettyä linjaa. Lukemavälillä paalujen kantokyvyt vaihtelevat suuresti ja onkin selvää, että paalutus on aikoinaan suunniteltu nosturikiskoja ajatellen. Kaksi vettä lähinnä olevaa vyöhykettä kantaisivat kuormia paljon, mutta käytännössä määrääväksi muodostuu kolmas vyöhyke, joka kantaa $62,8 \text{ kN} / \text{m}^2$. $116 \text{ kN} / \text{m}^2$:n peruskuormituksella, 25 cm:n betonilla ja syvyyden ollessa 2,85 m saadaan paalujen yläpäähän kuormaksi $67 \text{ kN} / \text{m}^2$. Pelkkä maan ja betonin paino rasittaa paalujen päitä $53 \text{ kN} / \text{m}^2$. Käytännössä nämä tulokset tarkoittavat sitä, ettei koneella voi ajaa ko. vyöhykkeellä.

Suotuisin paikka Mantsinen 120 R -koneelle on vyöhykkeillä 4–6 (liite 12(3)). Laiturin reunanpuoleisen telan kaikki kuormitus kohdistuu vinopaalutuksiin ja kauemman sekä vino-, että pystypaaluihin suhteella 1:9. Pystypaalut ovat 3 metrin syvyydessä, ja niiden maksimipintakuormitus on $225 \text{ kN} / \text{m}^2$. Kun vahvempi paalutus kantaa tästä 10 %, voidaan pintakuormaksi asettaa

$$\frac{225 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}}{0,9} = 250 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}.$$

Vinopaalut ovat 3,6 metrin syvyydessä, ja niiden päällä on 0,5 m betonia. Heikompi vinopaalutuksista kantaa edellä mainitun kuorman hyvin paalujen päiden kuormituksen ollessa $84 \text{ kN} / \text{m}^2$ (vertaa sallittu $98,7 \text{ kN} / \text{m}^2$).

4.3.3 Paalulukema 246–271

Mahdollisen kaapelikourun vuoksi oletetaan kuormituksen etäisyydeksi 3,5 metriä laiturin reunasta. Toisen telan kuormitus osuu vedestä päin laskettuna 3. vyöhykkeelle (liite 12(4)). Paalujen päät ovat 2,6 metrin syvyydessä, joten sallituksi pintakuormaksi saadaan $241 \text{ kN} / \text{m}^2$. Reunan betonipaalut pystyisivät kantamaan jopa yli $350 \text{ kN} / \text{m}^2$:n pintakuormia kuten myös kapea 200 mm:n puupaaluvyöhyke.

Ylösalaisin olevan T-kirjaimen muotoisen anturan heikompi paalutus on syvyydessä 2,9 m ja se kantaa $219 \text{ kN} / \text{m}^2$ pintakuorman. Vahvempi puolestaan kantaisi teoriassa jopa yli $1\,000 \text{ kN} / \text{m}^2$, mutta tällöin todennäköisesti tulevat muiden rakenteiden kestävyudet vastaan. Koska heikompi osuus on kapea (paalujen päiden tasolla noin 2 m), kuorma holvaantuu myös viereisille vyöhykkeille. Tästä syystä piirrokseseen voidaan merkitä koko matkalle $230 \text{ kN} / \text{m}^2$:n pintakuorma.

Taustapaalutus on 2,6 m syvyydessä ja sen sallima pintakuorma on $367 \text{ kN} / \text{m}^2$.

4.3.4 Paalulukema 271–301

Poikkileikkaus on muuten vastaava kuin edellinen, mutta 150 mm:n puupaalut on vaihdettu 200 millimetrisiksi ja heikompaan vinopaaluvyöhykettä ei enää ole. Koska edellinen rakennetyyppi kantaa kaikkialla vähintään $230 \text{ kN} / \text{m}^2$, ei pl. 271–301 ole mielekästä tarkastella maksimikantavuuksien puolesta. Välillä voidaan käyttää pl. 246–271-ohjetta (liite 12(4)).

4.3.5 Paalulukema 301–427

Vedestä katsottuna kolmas vyöhyke ja taustapaalutus ovat samoja kuin välillä 246–271. Kaikkien vyöhykkeiden maa- ja betonikerrosten paksuudet ovat samoja, kuten myös paalujen yläpäiden tasot. Koska paalujen kantavuudet ovat

vähintään yhtä hyviä (taulukko 2), voidaan pintakuormaksi merkitä $230 \text{ kN} / \text{m}^2$ (liite 12(5)).

4.3.6 Paalulukema 431–458

Kapeamman reunamuurin yläosan ja putkikanaalin vuoksi kuormitus voidaan sijoittaa alkavaksi 2,5 metrin päähän reunasta. Taustapaalutus on sama kuin kolmannen vyöhykkeen paalutus, joten piirrokseen voidaan merkitä sallittu pintakuorma $230 \text{ kN} / \text{m}^2$.

Reunimmaisen telan kuormitus jakaantuu pääosin betonipaaluille, jotka ovat 2,85 metrin syvyydessä. $230 \text{ kN} / \text{m}^2$:n pintakuorma sekä maa ja betoni aiheuttavat paaluille $84 \text{ kN} / \text{m}^2$ kuormituksen, joka on pienempi kuin sallittu $141,3 \text{ kN} / \text{m}^2$.

11,5 m reunasta olevan betonianturan keskimääräinen paksuus on 1,1 m ja sen paalut ovat 2,85 metrin syvyydessä (liite 12(6)). Pintakuorma $230 \text{ kN} / \text{m}^2$ sekä maa ja betoni aiheuttavat paaluille 87 kPa :n puristuksen.

4.3.7 Paalulukema 458–551

Koska pl. 458–551 on lähes vastaava (ainoastaan betonipaaluja on kolmen asemesta kaksi ja näidenkin kantavuus neliömetrillä on pyöristystarkkuuden puitteissa sama) kuin pl. 431–458, voidaan käyttää jälkimmäisen ohjetta (liite 12(6)).

5 YHTEENVETO

Edellisten lukujen laskemiin, vanhoihin poikkileikkauksiin ja paalukarttoihin perustuen piirrettiin ohjekortit jotka kattavat työn alussa määritellyn alueen (liite 12).

Siirryttäessä laiturin paalulukemaa nolasta eteenpäin, huomataan kasvava trendi pintakuorman kestossa. Samoin uudempaan päin siirryttäessä havaitaan yhä tehokkaampi teräs- ja betoniosien hyödyntäminen.

Kuten aiemmin todettu, laiturerakenteet on pääosin suunniteltu ajatellen kiskoilla kulkevaa nosturia. Tämä käy ilmi paikoitellen huonosta kuormankestävyydestä kiskopalkkien välillä. Mantsinen 120 R on kuitenkin kevyt materiaalinkäsittelykone satamien isompien nosturien rinnalla, joten sillä voidaan melko vapaasti operoida tutkitulla alueella. Näin ollen sen hankinta on tältä osin onnistunut ja perusteltu.

LÄHTEET

Ilmatieteen laitos 2014. Itämeren pinnankorkeuden muutokset. Viitattu 6.3.2014 www.ilmatieteenlaitos.fi > Teematietoa > Meret > Itämeri > Itämeren pinnankorkeuden muutokset.

Insinööritoimisto A-betoni Oy 1960-luku. Länsilaiturin pl. 271–301 poikkileikkaus.

Insinööritoimisto A-betoni Oy 1961. Länsilaiturin pl. 246–271 poikkileikkaus ja paalukartta.

Insinööritoimisto A-betoni Oy 1967a. Länsilaiturin pl. 301–427 poikkileikkaus.

Insinööritoimisto A-betoni Oy 1967b. Länsilaiturin pl. 301-396 paalukartta.

Insinööritoimisto A-betoni Oy 1969a. Länsilaiturin pl. 431–458 poikkileikkaus.

Insinööritoimisto A-betoni Oy 1969b. Länsilaiturin pl. 431–458 paalukartta.

Insinööritoimisto A-betoni Oy 1969c. Länsilaiturin pl. 458–551 poikkileikkaus.

Insinööritoimisto A-betoni Oy 1980-luku. Ajoneuvonosturin sijoitusohje länsilaitureille.

Mantsinen Group 2014. Mantsinen 120. Viitattu 14.2.2014 www.mantsinen.com/fi > Tuotteet > Materiaalinkäsittelykoneet > 120.

Satamateknillinen toimisto 1960. Länsilaiturin pl. 216–246 poikkileikkaus ja paalukartta.

Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry. 2002. LPO-87 Lyöntipaalausohjeet. 5. painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Turun kaupungin satamarakennustoimisto 1939. Poikkilaiturin pl. 0–40 poikkileikkaus.

Turun kaupungin satamarakennustoimisto 1956. Poikkilaiturin pl. 40–100 poikkileikkaus ja paalukartta.

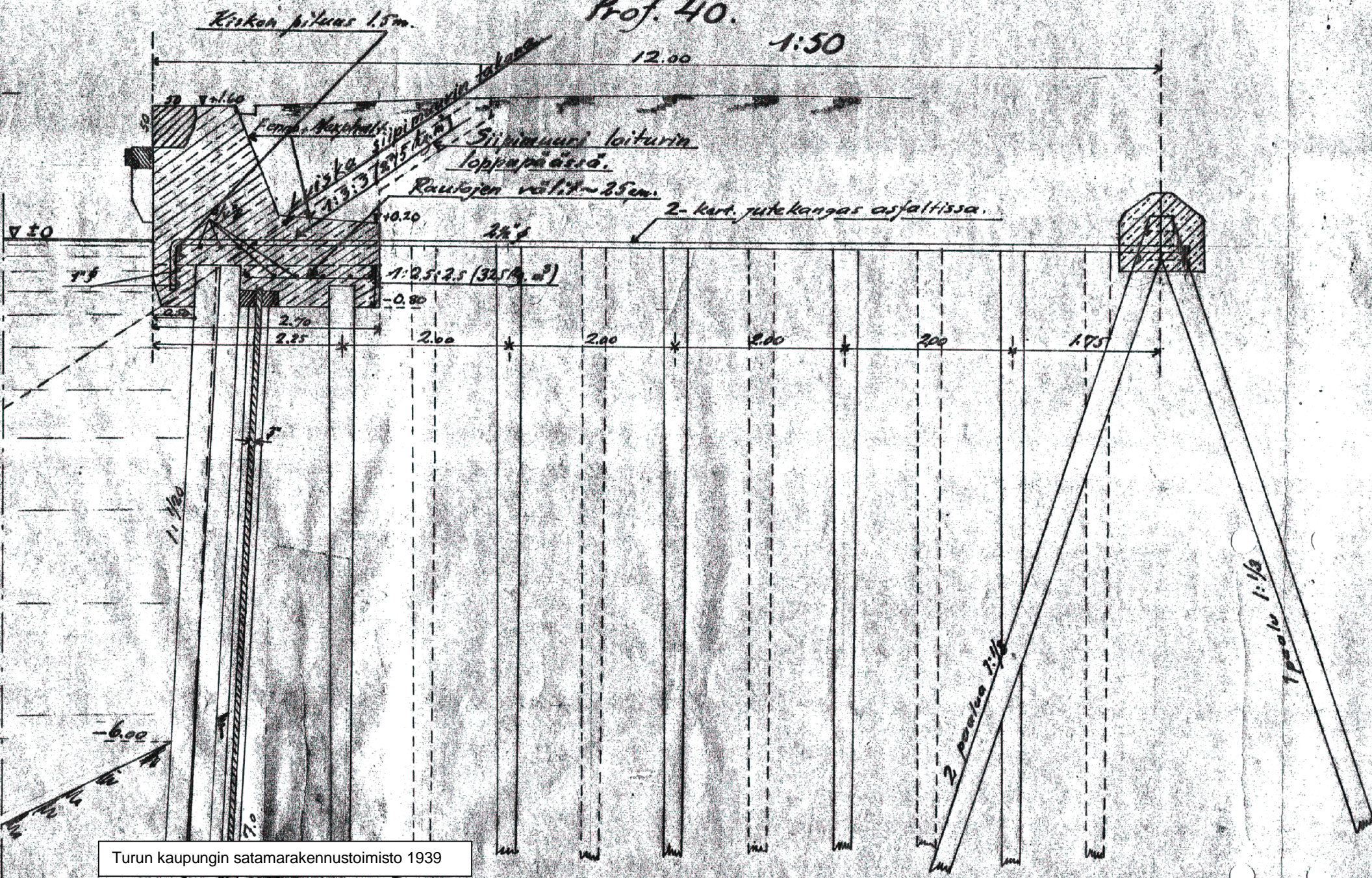
Turun kaupungin satamarakennustoimisto 1957a. Länsilaiturin pl. 0–216 poikkileikkaus.

Turun kaupungin satamarakennustoimisto 1957b. Länsilaiturin pl. 110–180 paalukartta.

Turun Satama Oy 2014a. 860 vuotta kauppaa ja merenkulkua. Viitattu 13.2.2014 www.portofturku.fi > Esittely > Historia.

Turun Satama Oy 2014b. Turun satama kokonaisuutena. Viitattu 13.2.2014 www.portofturku.fi > Esittely > Alueet ja kartat.

Poikkileikkaus Prof. 40.



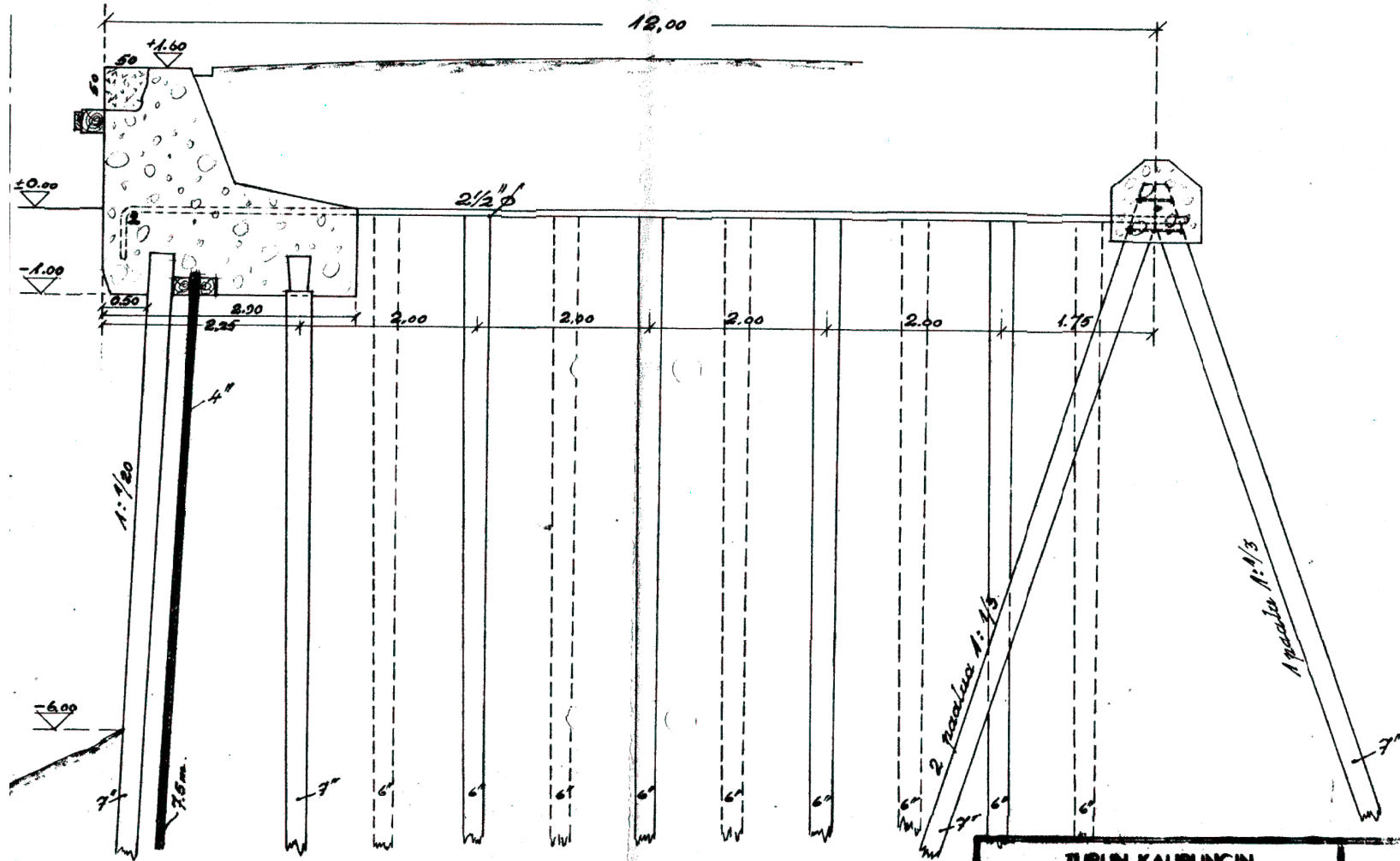
Turun kaupungin satamarakennustoimisto 1939

Siipimauri

1:50

1:50

Liite 2.



TURUN KAUPUNGIN SATAMARAKENNUSTOIMISTO		
LAATINUT		PIRUST. No
PIRTANNUT	10.1.56 H. W. W. W.	5903
TARKASTAJA		188
HYVAKSYNYT		
PLAJETTU		
TURUN SATAMA LINNANAUKKO POIKKILAITURI 40-100 m.		
MERIKAAVA 1:100, 1:50		

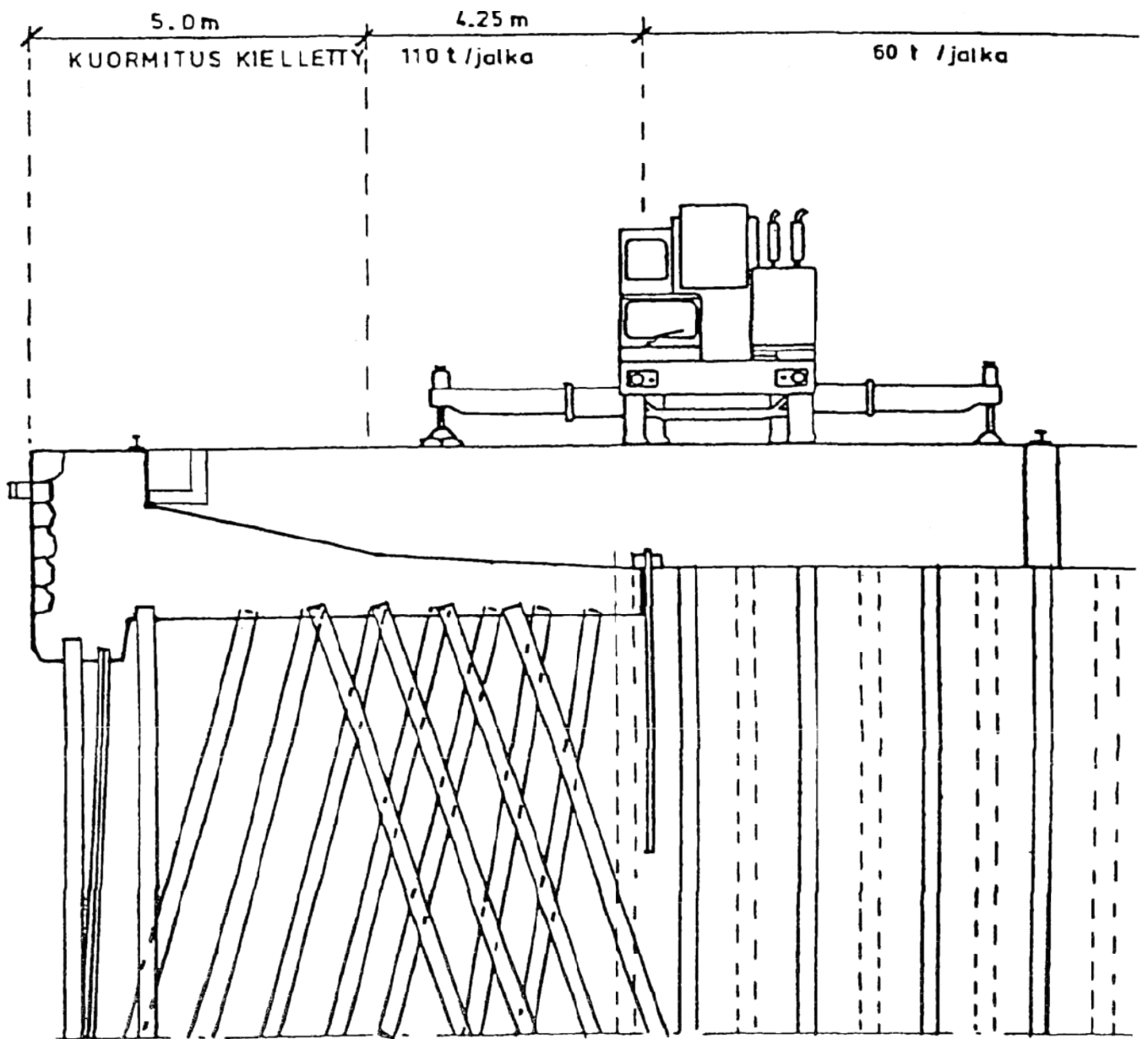
2

PIRUST. No
G. 51
7

Turun kaupungin satamarakennustoimisto 1956

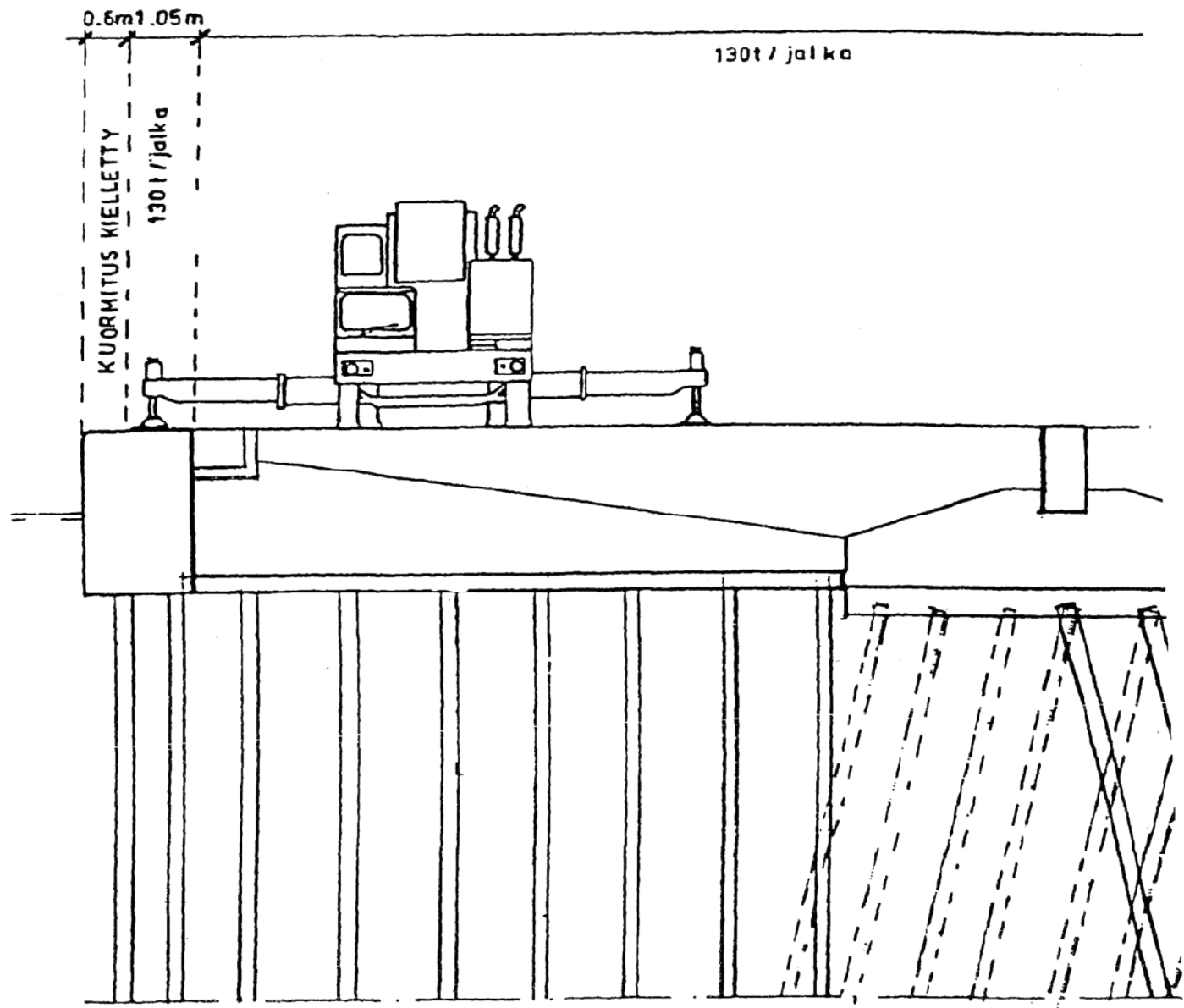
TURUN SATAMA

LÄNSILAITURI
PL 0.00 ... 216.00



TURUN SATAMA

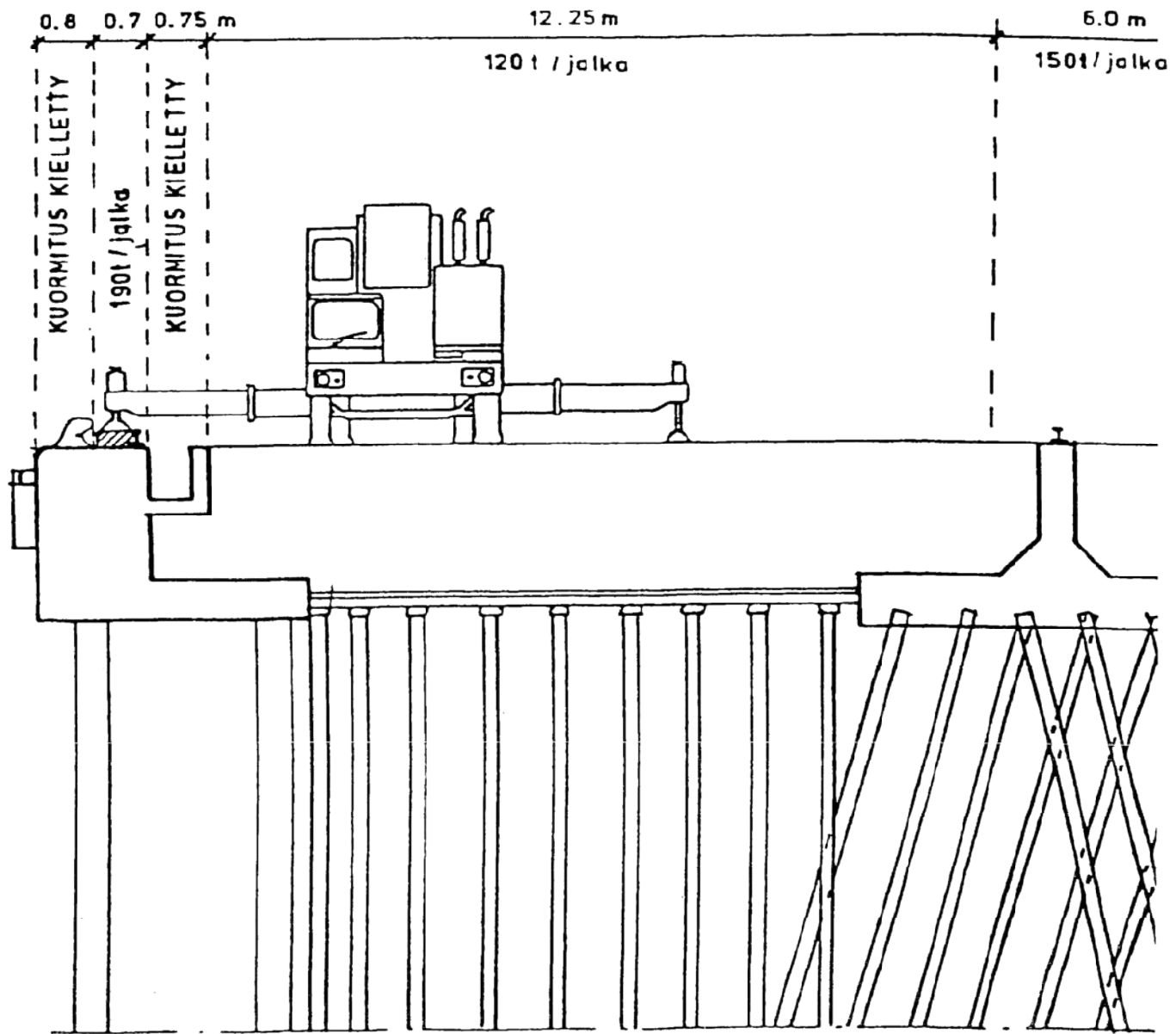
LÄNSILAITURI
PL 216.00 - 246.00



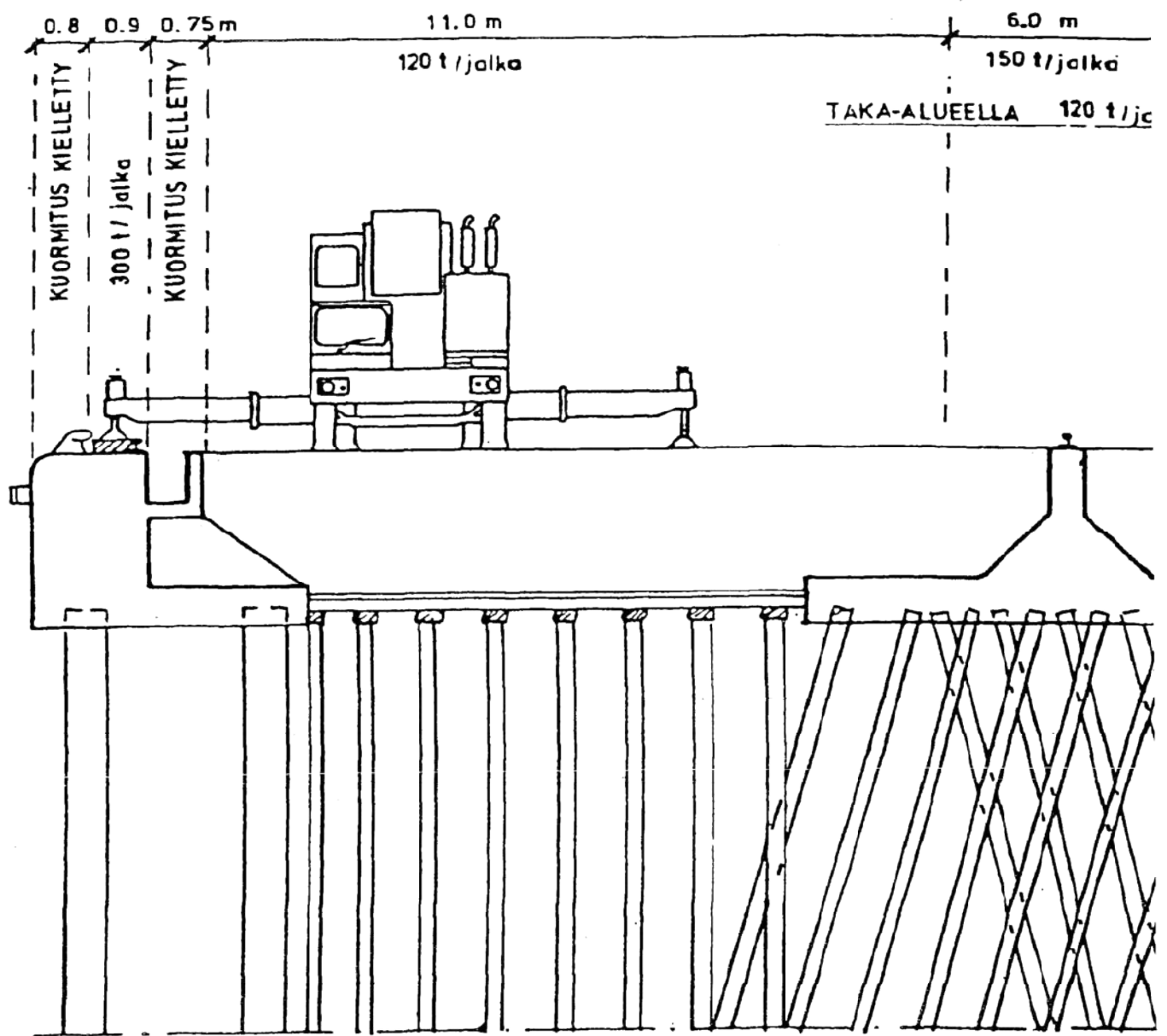
TURUN SATAMA

LÄNSILAITURI

PL 246.00 ... 301.00



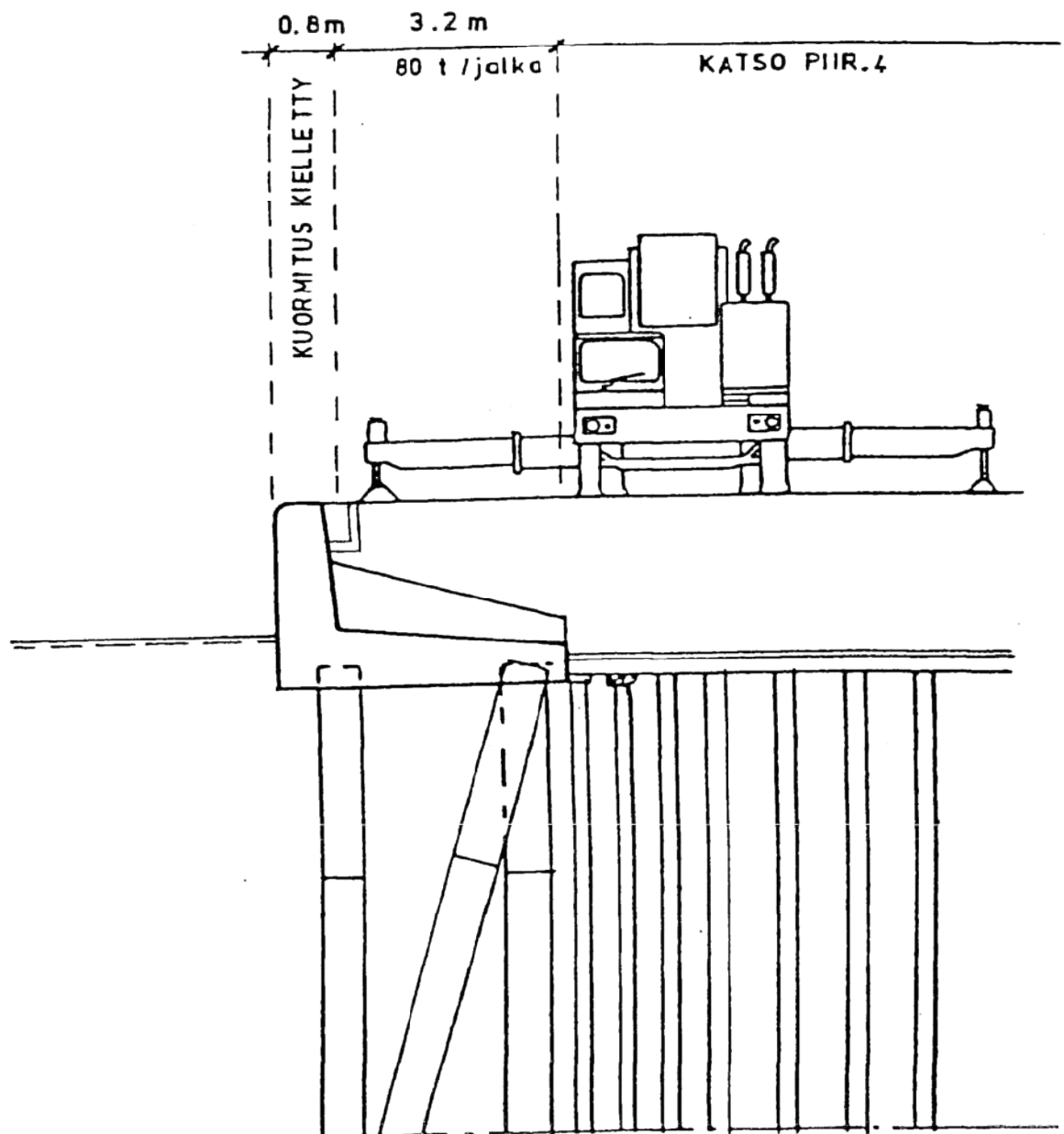
TURUN SATAMA
LÄNSILAITURI
PL 301.00 ... 431.00



TURUN SATAMA

LÄNSILAITURI

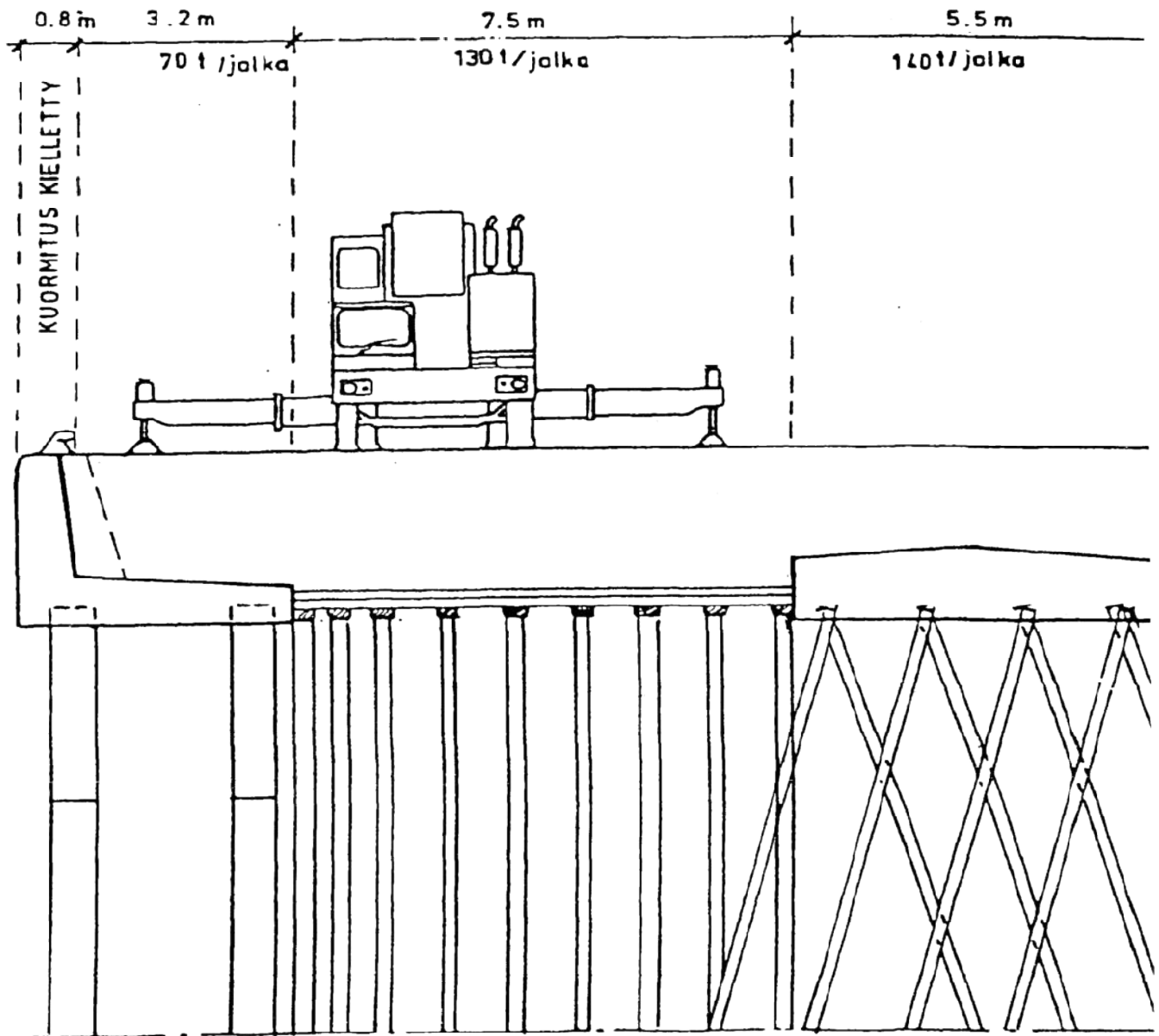
PL 431.00 ... 458.00

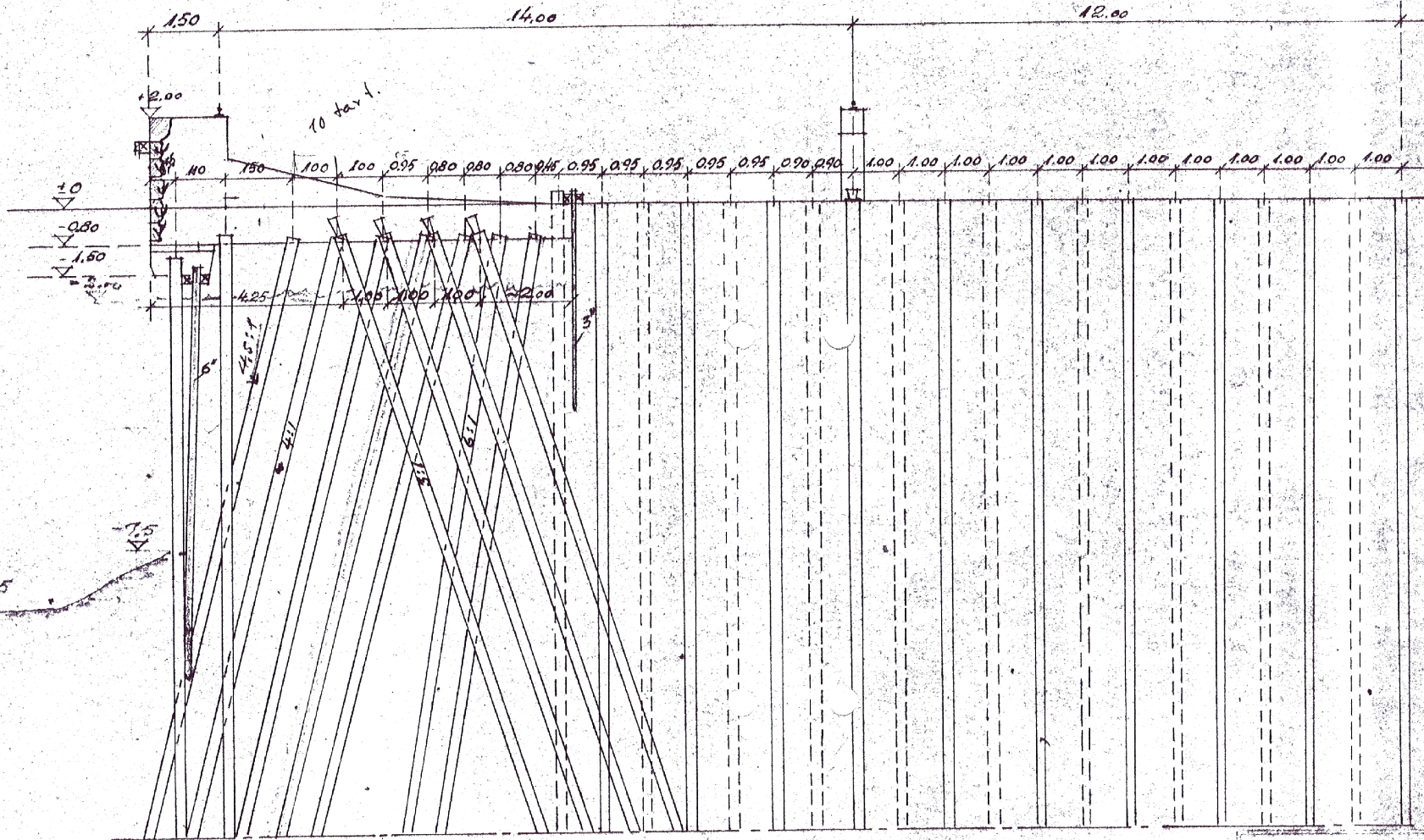


TURUN SATAMA

LÄNSILAITURI

PL 458.00 ... 547.75



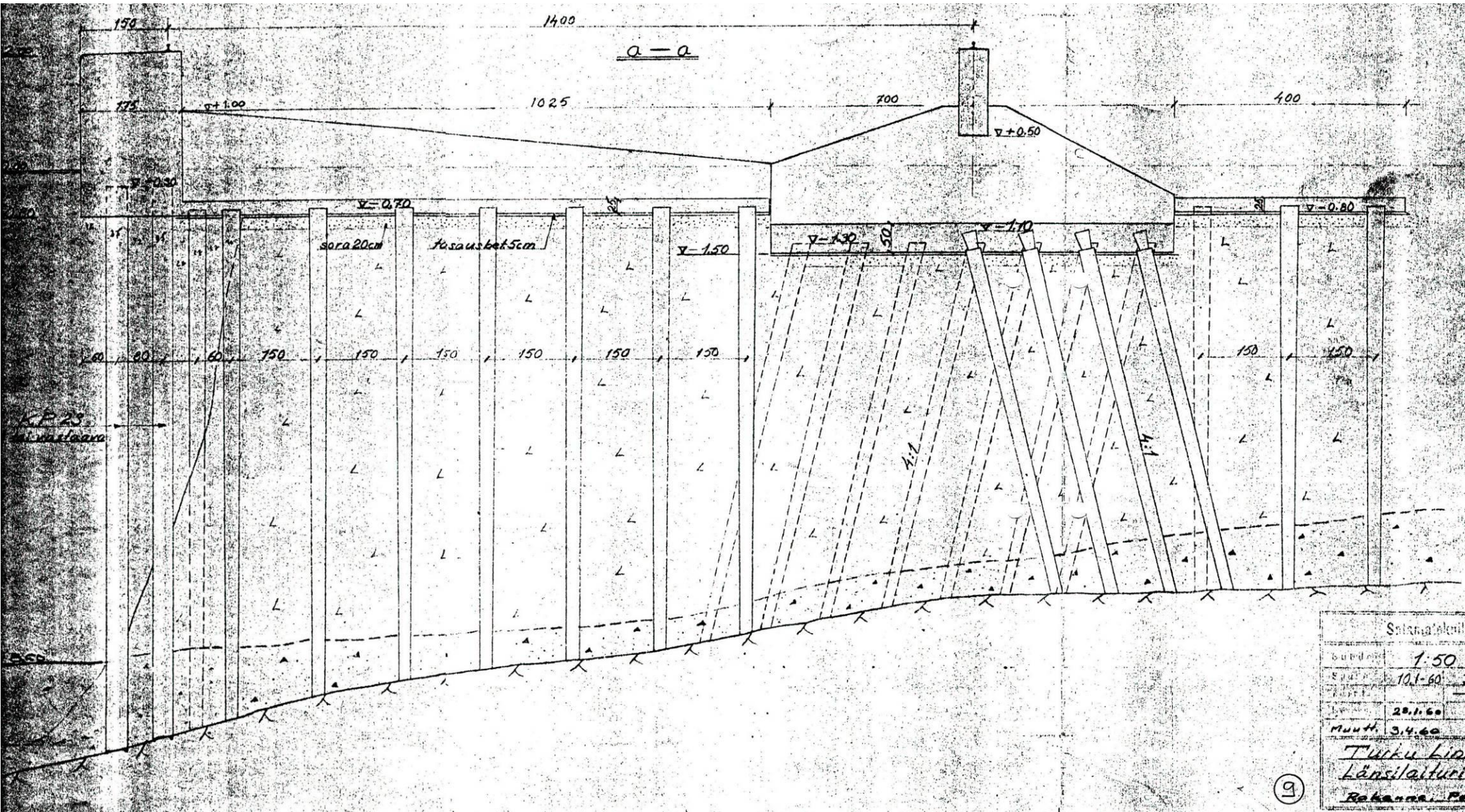


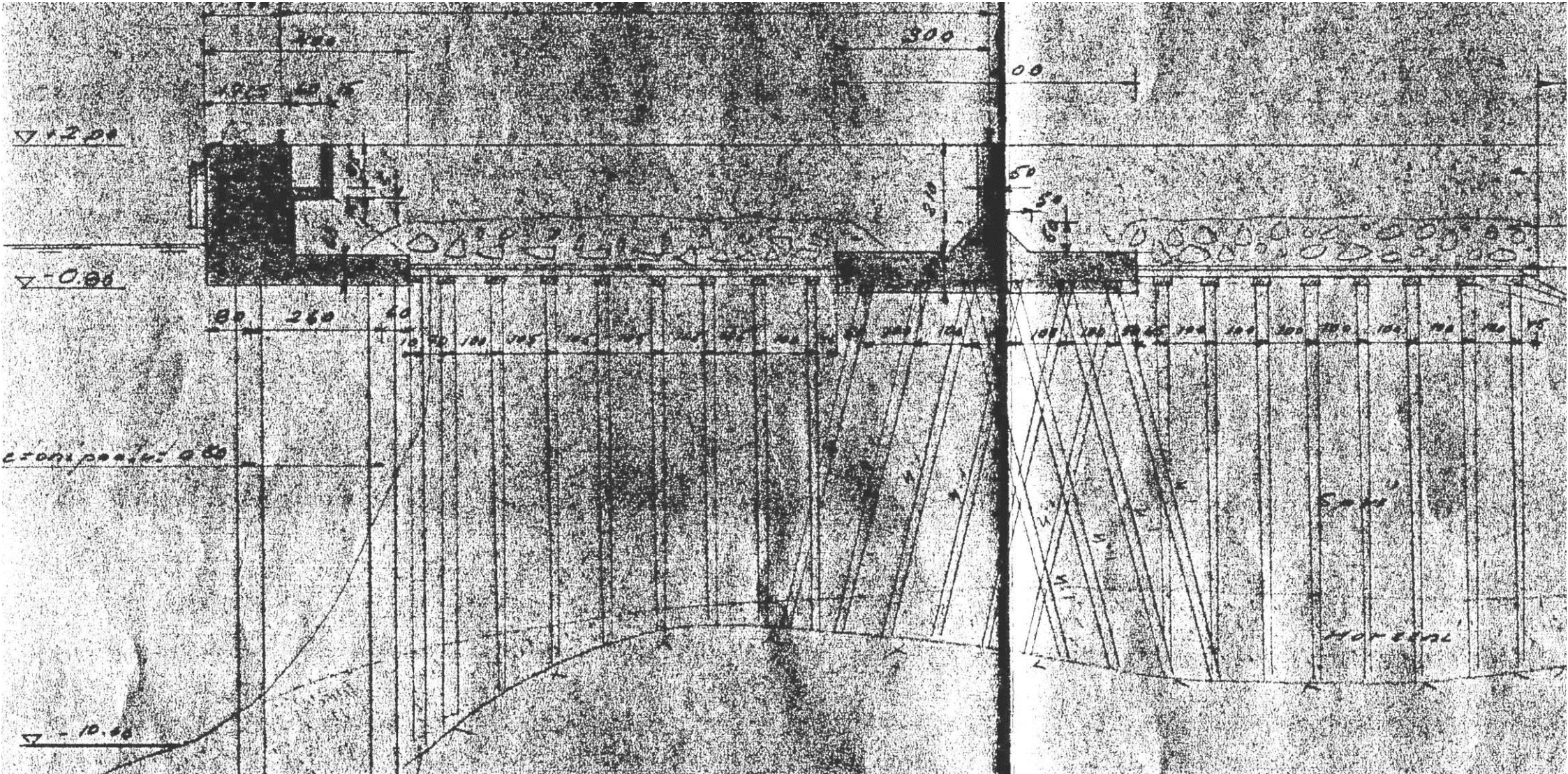
PIIRUST. N:o
B. 51
7

leikkaus pl. 0-216 m
Länsilaituri

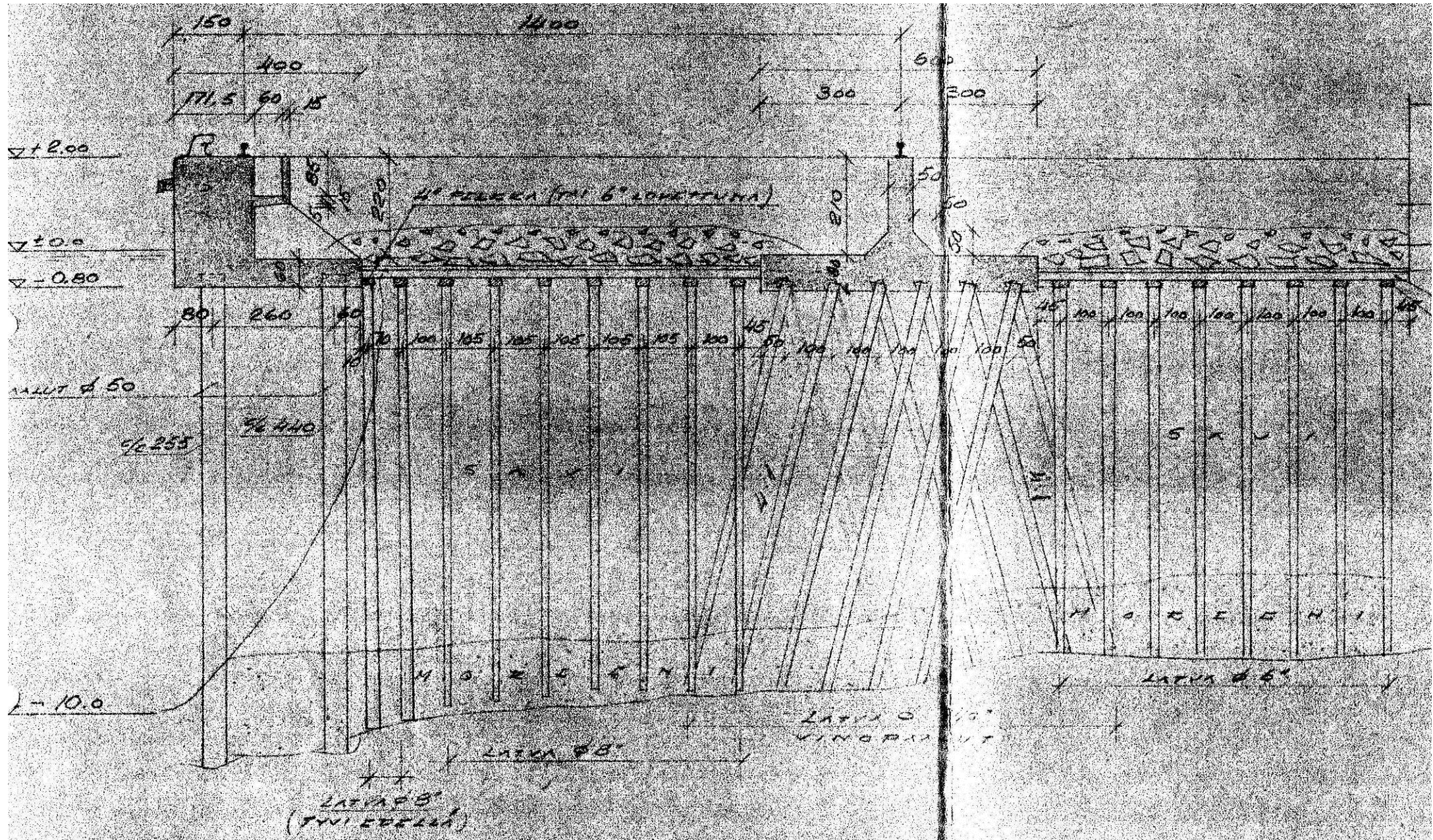
TURUN KAUPUNGIN SATAMARAKENNUSTOIMISTO			
LAATINUT			PIIRUST. N:o
MURTANYT	14.1.57	H. Wamman	3957
TARKASTANUT			195
HVYKSYNYT			
MUUTETTU			
TURUN SATAMA LINNANKUUKKO PISTOLAITURI 0 - M POIKKILEIKKAUS, MITTAKAAVA 1:100,			

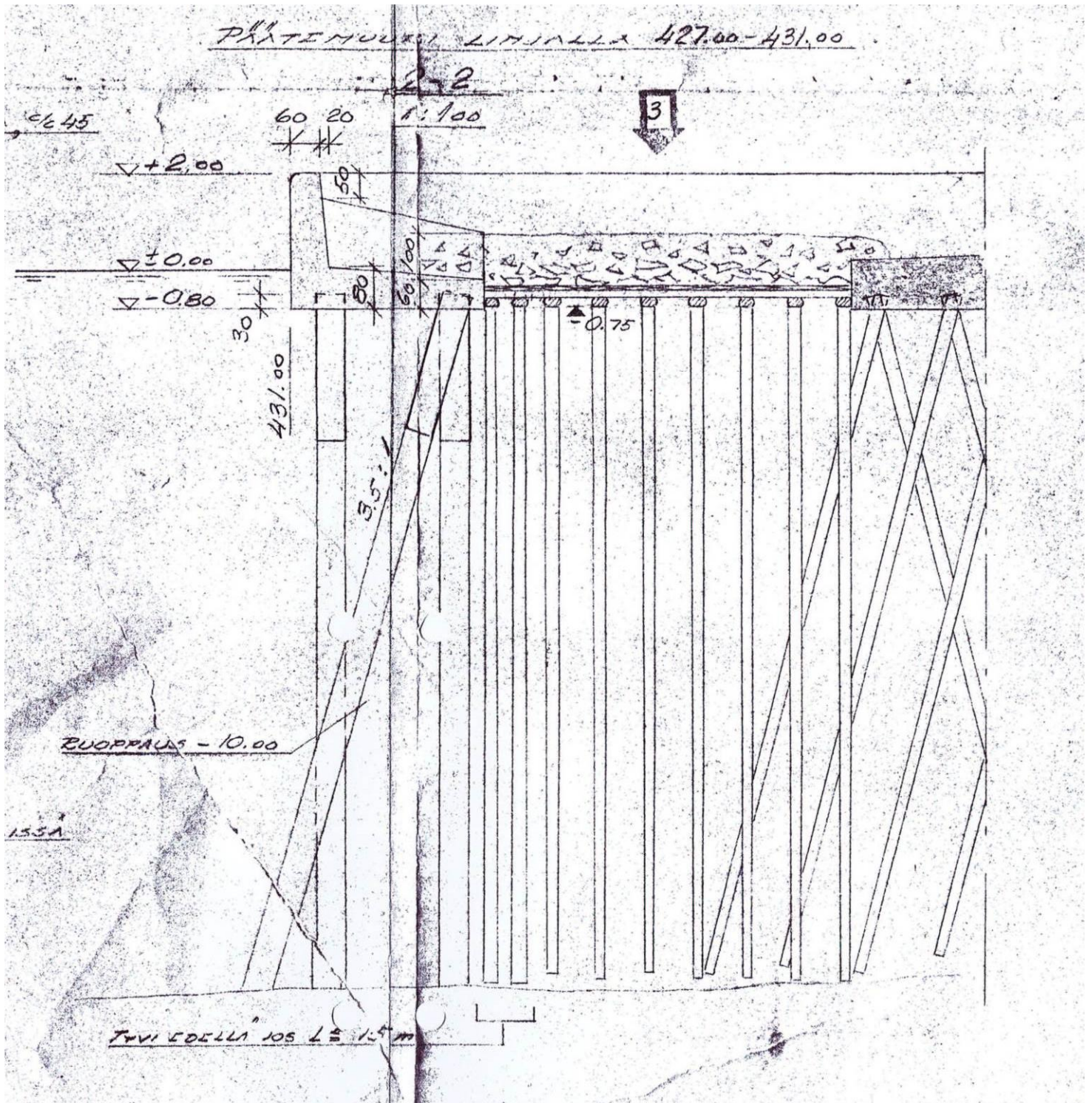
5

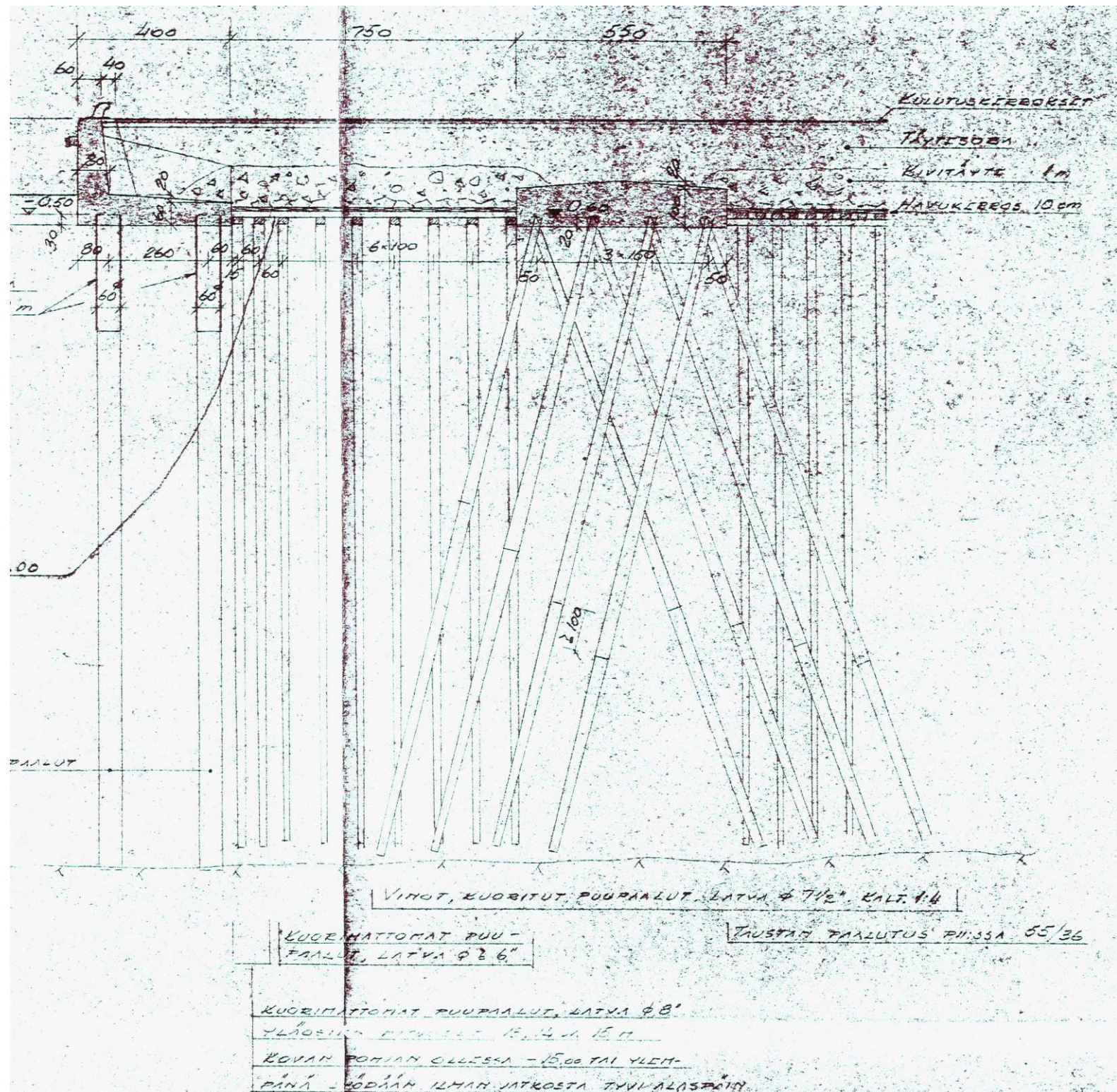




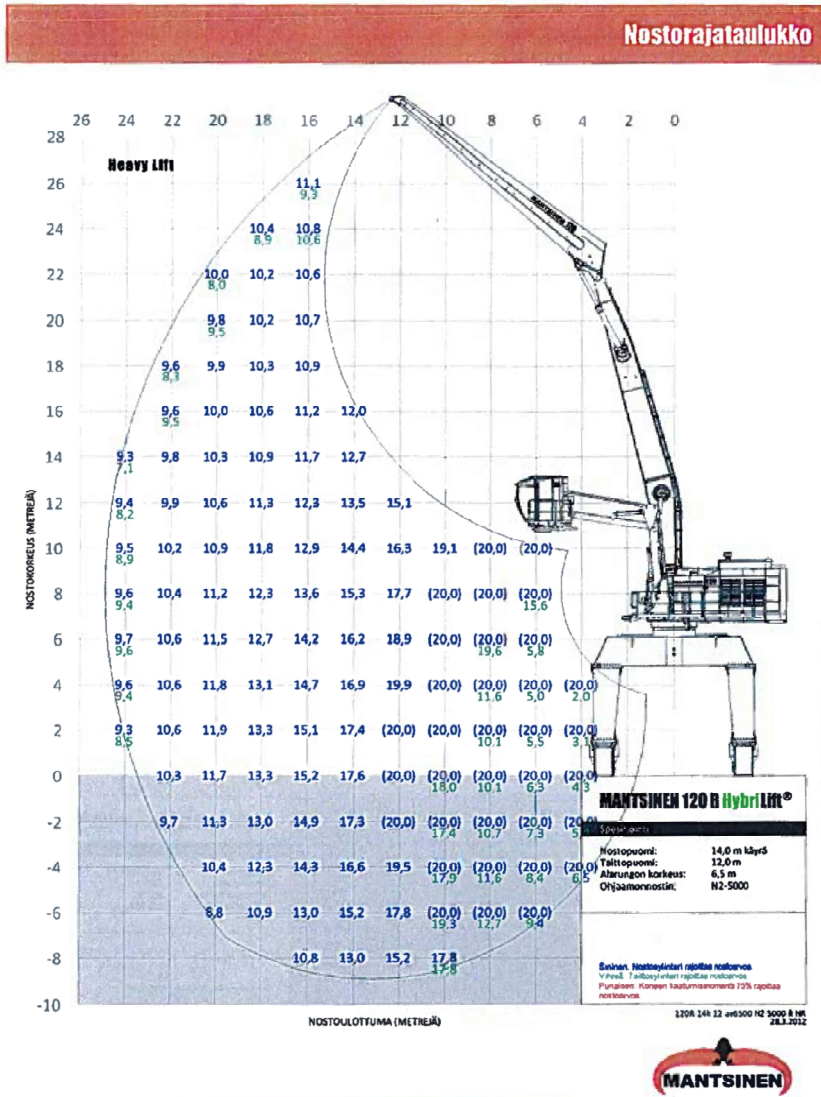
Insinöörtoimisto A-betoni 1961







1.3 Nostorajataulukko, Heavy Lift



Nostorajataulukko on tarkoitettu käyttöön koneissa tehtävien töiden suorittamiseen. Käyttäjän on huomioitava, että nostorajataulukko on tarkoitettu käyttöön yksinomaan ajoneuvojen nostamiseen. Merkityt arvot perustuvat ISO 10567 standardiin ja ne eivät ylitä 75% laatuominaisuudesta käynnissä 87% laskennallisesta työntekijästä.

1.4 Käyttöalustaan kohdistuvat rasitukset

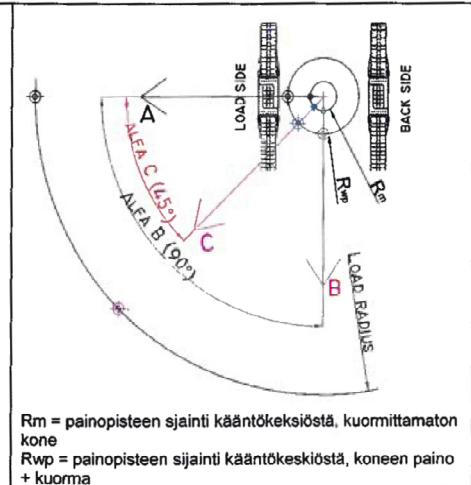
1.4.1 Yleistä

Laskenta-arvot:

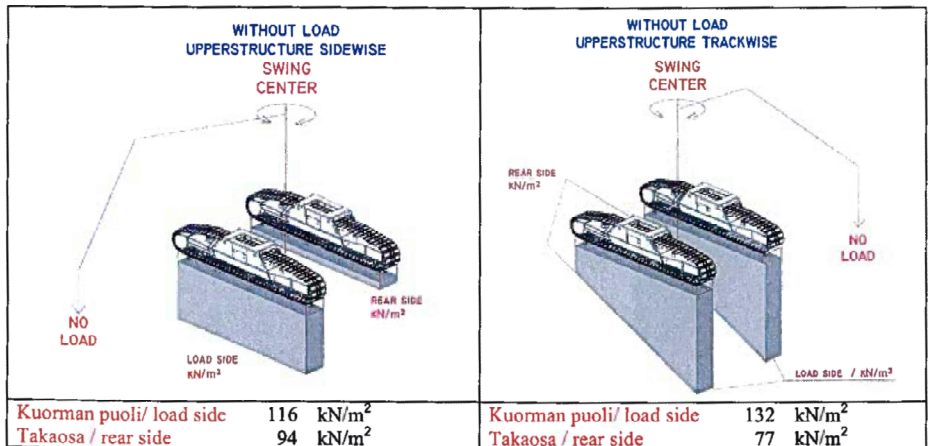
Kuormitus sijainnissa

- Kuorman ulottuvuus 18,0 m
- Kuorman korkeus maan tasosta 2,0 m
- Normaalit työskentelypainet, 330 bar

- Kuormistetun koneen painopisteen etäisyys kääntökeskiöstä (Rwp) laskennallinen arvo 1,93 m
- Kuormittamattoman koneen painopisteen etäisyys kääntökeskiöstä (Rm) laskennallinen arvo 0,33 m
- Koneen paino n. 124,0 t
- Kuorma nostorajataulukossa 12,3 t
- Kuorman kantava telan pituus 7,63 m



1.4.2 Ilman kuormaa



120R255613



SPESIFIOINTI

1.4.3 Kuorman kanssa

	<p>WITH LOAD DIRECTION A UPPERSTRUCTURE SIDEWISE</p>	<p>WITH LOAD DIRECTION B UPPERSTRUCTURE TRACKWISE</p>
	<p>Kuorman puoli/ load side 188 kN/m² Takaosa / rear side 43 kN/m²</p>	<p>Kuorman puoli/ load side 231 kN/m² Takaosa / rear side 0 kN/m² Etäisyys n. 7,63 m</p>

	<p>WITH LOAD DIRECTION C UPPERSTRUCTURE IN 45° ANGLE</p>
	<p>Sijainti / Location 1 203 kN/m² Sijainti / Location 2 83 kN/m² Sijainti / Location 3 151 kN/m² Sijainti / Location 4 32 kN/m²</p>

Ota yhteyttä valmistajaan jos tarvitaan lisätietoa!

120R255613



SPESIFIOINTI

1.4.4 Kuorman jakautuminen

<p>ETR = 6820 mm BTR = 850/760 mm E = 7630 mm</p>	<p>Koneen peittämä alue 52,0 m²</p> <p>Kuormittamaton kone = n. 124,0 t</p> <p>Koneen paino jaettuna sen peittämällä alueella = 2,4 t/m²</p> <p>Kuormitetun koneen paino nostopisteessä R18/ H2,0 m = n. 136,3 t (kuorma 12,3 t)</p> <p>Koneen paino jaettuna sen peittämällä alueella = 2,62 t/m²</p> <p>Kuormitetun koneen paino , maksimikuorma = ca. 144,0 t (load 20 t)</p> <p>Koneen paino jaettuna sen peittämällä alueella = 2,8 t/m²</p>
---	---

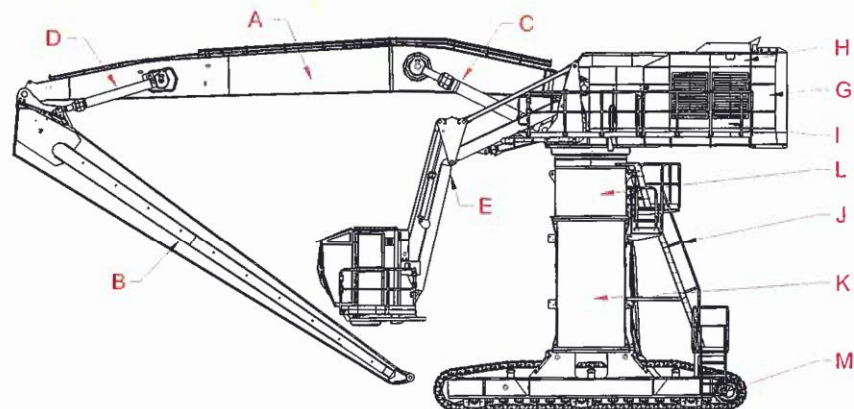
120R255613



SPESIFIOINTI

1.5 Mantsisen koneen teknisiä tietoja

1.5.1 Massaerittely, Portaalikone



Kuva 1: Massaerittelykuva, Satamanosturirakenne

Nostopuomi (hydrauliikka huomioitu)	A	n.	11 460	Kg
Taittopuomi (hydrauliikka huomioitu)	B	n.	4 185	Kg
Nostosylinterit	C	n.	2 x 1320	Kg
Taittosylinterit	D	n.	2 x 713	Kg
Ohjaamo + ohjaamonnostin (hydrauliikka huomioitu)	E	n.	6 500	Kg
Lisävastapaino / nimikyltti	G	n.	24 000	Kg
Ylävaunun ylävaunu ilman ohjaamaa, sisältää kääntölaakerin	H	n.	22 960	Kg
Ylävaunun huoltotasot	I	n.	600	Kg
Alavaunun huoltotasot	J	n.	1 100	Kg
Portaalikorotus, kok				
- Rungon korotus – 1 pilari sis. polttoainesäiliön	K	n.	1 x 4500	Kg
- Rungon korotus – ei polttoainesäiliötä			4000	Kg
- Rungon korotus – telaportaalin runko	M	n.	1 x 12 200	Kg
Telat, 2 kpl, + sileät telalaput		n.	2 x 13 850	Kg
Pultit tms			500	Kg
Kokonaismassa ilman kahmariä ja taakkaa	n.		124 000*	Kg

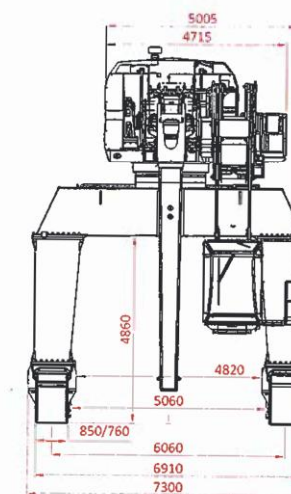
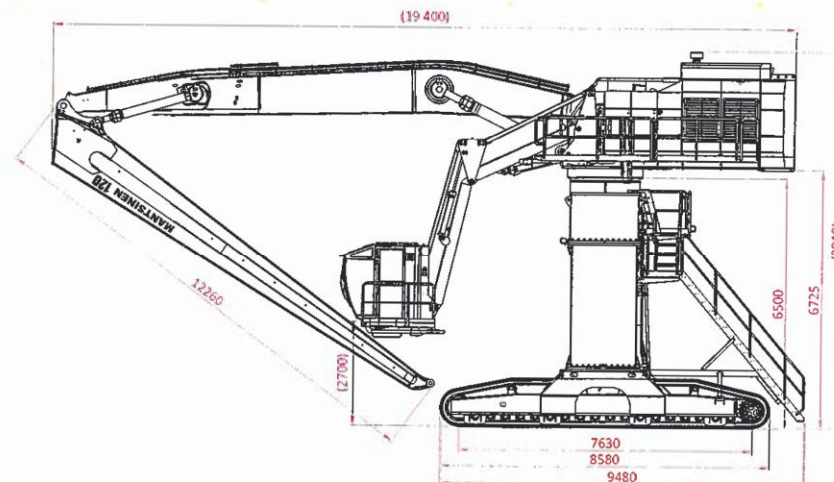
*paino ei sisällä nesteitä

120R255613



SPESIFIOINTI

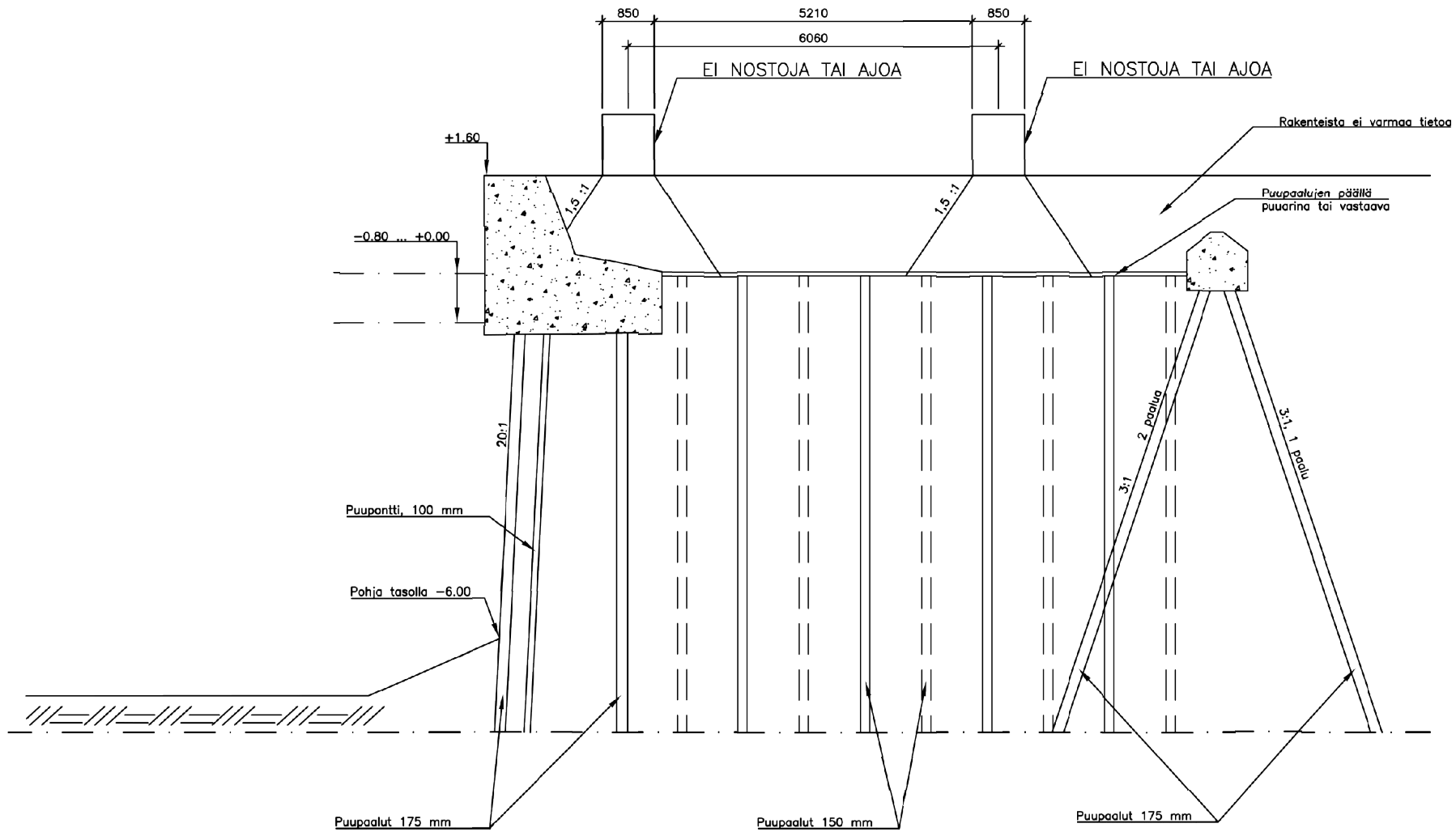
1.5.2 Päämitat, Portaalikone



Kuva 2: Päämitat, portaalikone 120 R

POIKKILAITURIN POIKKILEIKKAUS PL 40-100
(käytetään myös välillä pl 0-40)

Liite 12(1)



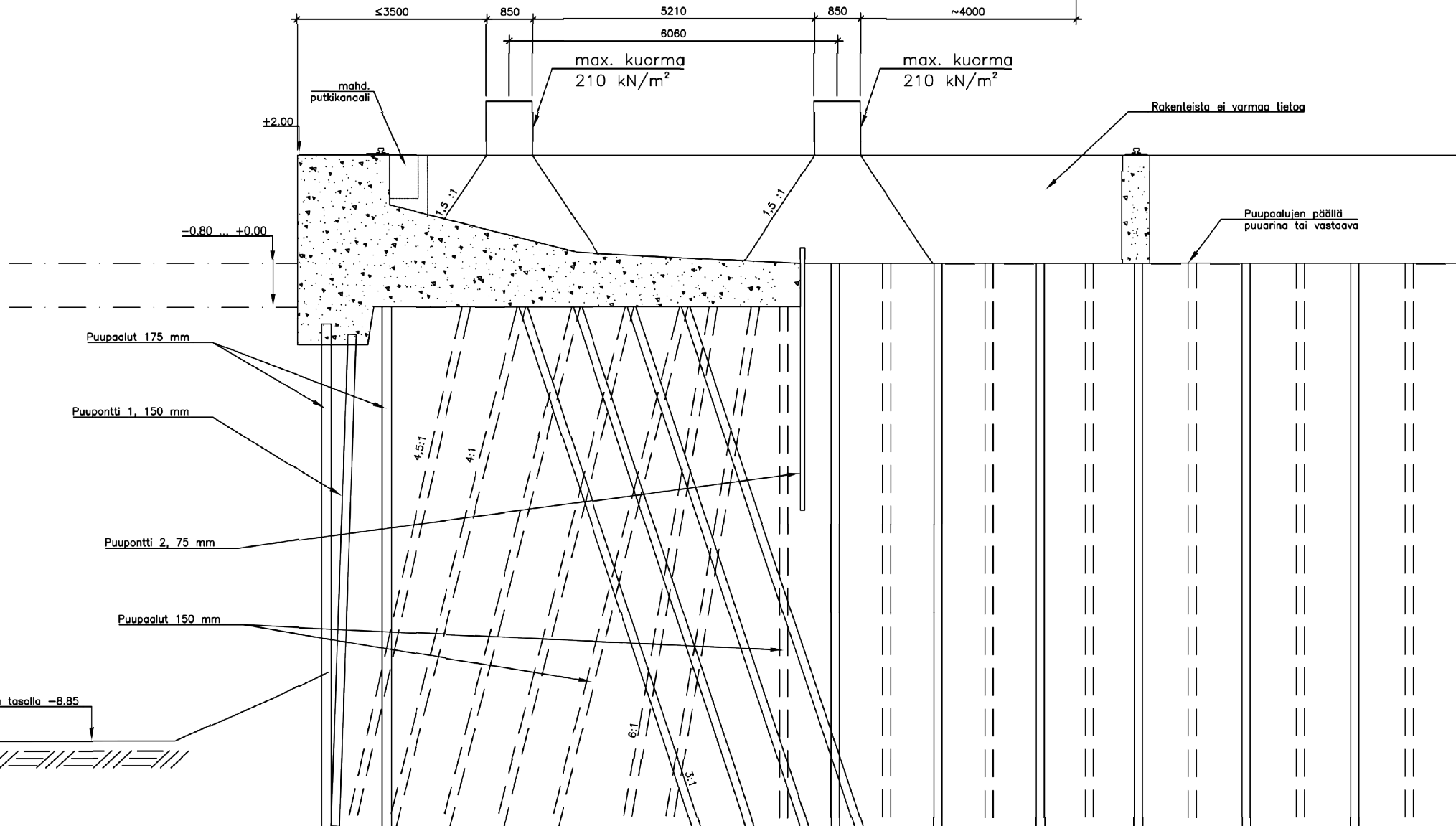
LÄNSILAITURIN POIKKILEIKKAUS PL 0-216

Liite 12(2)

MIKÄLI KONEEN TELAN REUNAN
ETÄISYYS LAITURIN REUNASTA
>3500, HUOMIOIDAAN 145 kN/m²

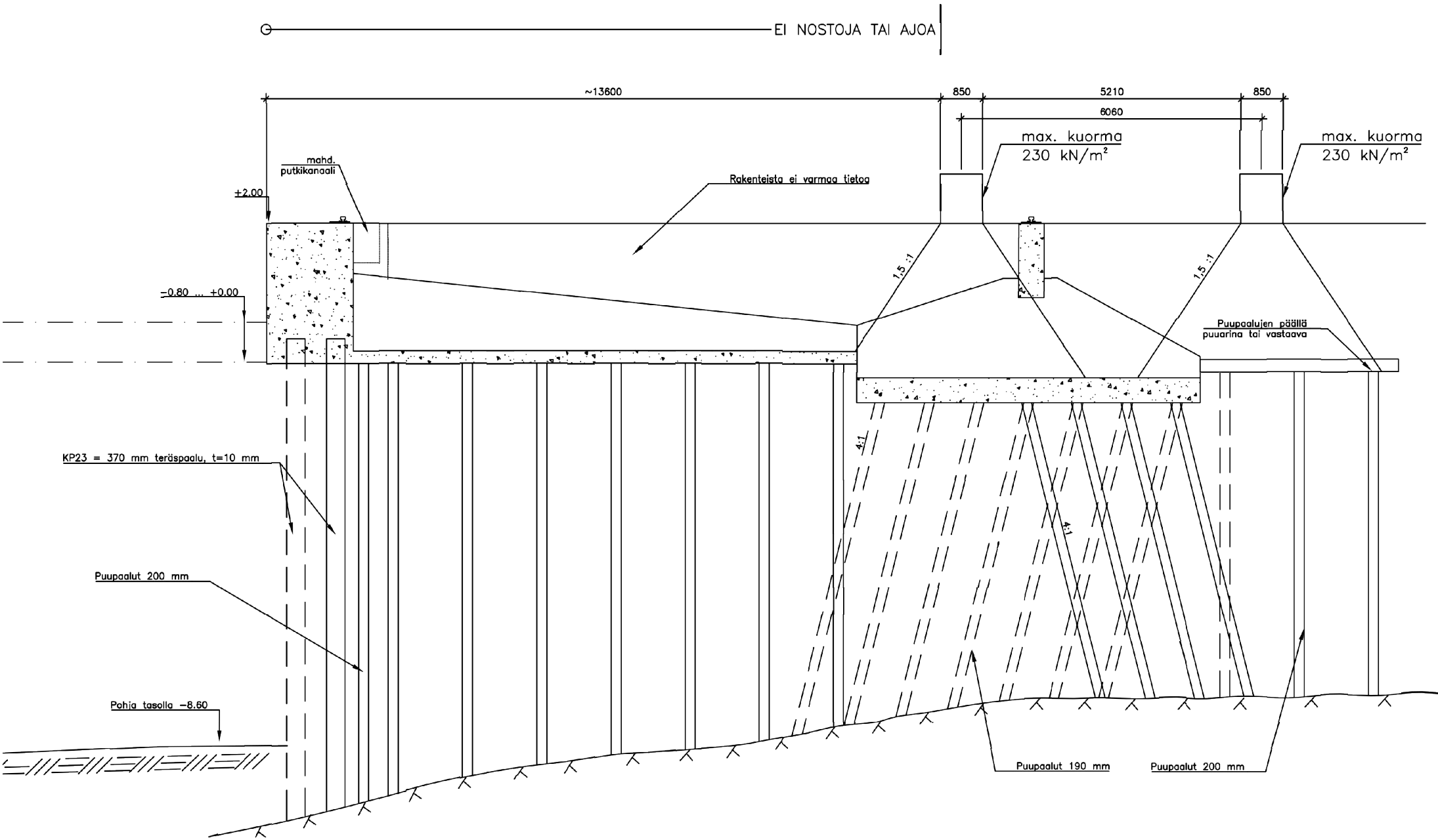
max. kuorma
145 kN/m²

AINOASTAAN AJO NOSTOPAIKALLE



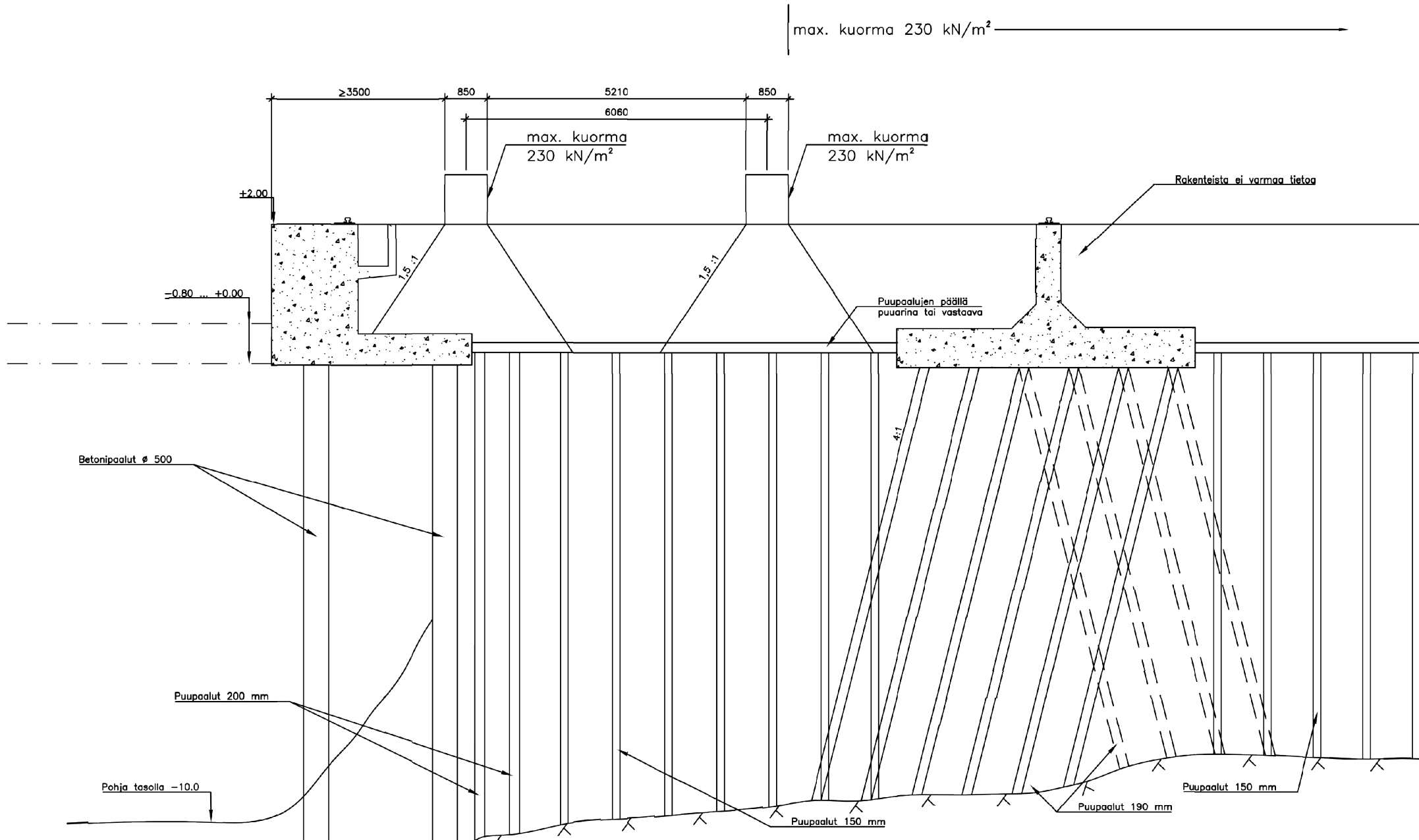
LÄNSILAITURIN POIKKILEIKKAUS PL 216-246

Liite 12(3)



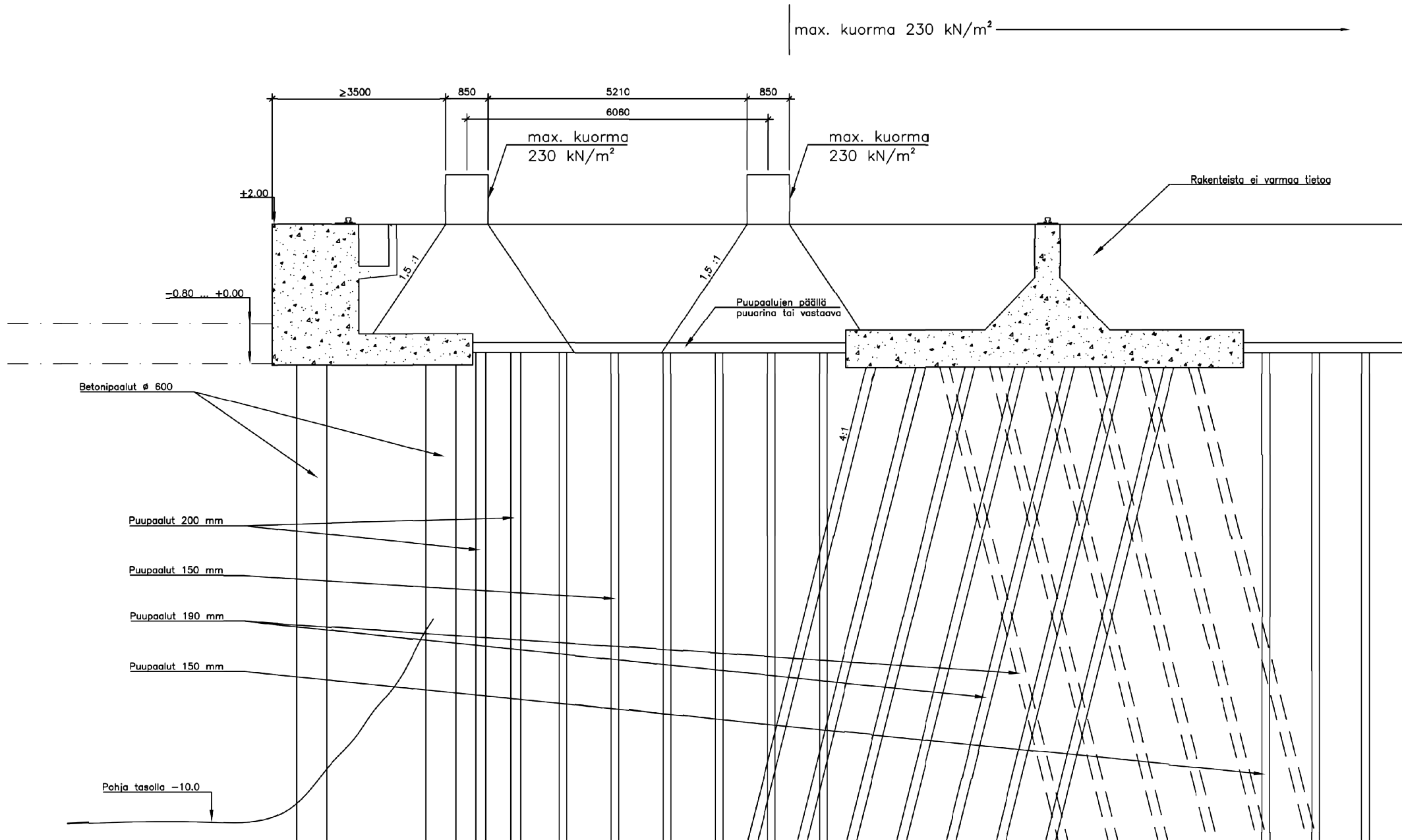
LÄNSILAITURIN POIKKILEIKKAUS PL 246-271
(käytetään myös välillä pl 271-301)

Liite 12(4)



LÄNSILAITURIN POIKKILEIKKAUS PL 301-427

Liite 12(5)



LÄNSILAITURIN POIKKILEIKKAUS PL 450,5-458
(käytetään myös välillä pl 458-551)

Liite 12(6)

REUNAMUURIN JA BETONIPAALUJEN OSALTA LEIKKAUS VOIMASSA PL 431 LÄHTIEN

