

Maija Salmela  
projektipäällikkö  
Espoon kaupunki  
Kaupunkitekniikan keskus  
Investoinnit / suunnittelu  
PL 41, 02070 ESPOON KAUPUNKI

PVM  
17/11/2021  
Viite  
tilausno TV3010018348

I NEXin pallo, kunto- ja siirrettävyysselvitys



Selvityksen laatijat:

- Tapani Palomaa, AFRY Finland Oy, projektipäällikkö, rakennetekniikka
- David Husaini, AFRY Finland Oy, kuntotarkastus, rakennetekniikka
- Kari Hietala, Oy AT Install Ab, nostot ja kuljetukset
- Heikki Kurttila, Oy AT Install Ab, asennustyöt

## 1 Tavoitteet

Niin sanottu INEXin pallo sijaitsee Espoon Kerassa, missä se on toiminut 1960-luvun loppupuolelta alkaen öljysäiliönä ja 1997 muutettu INEXin logistiikkakeskuksen varavesisäiliöksi. Alun perin palloja on ollut kaksi.

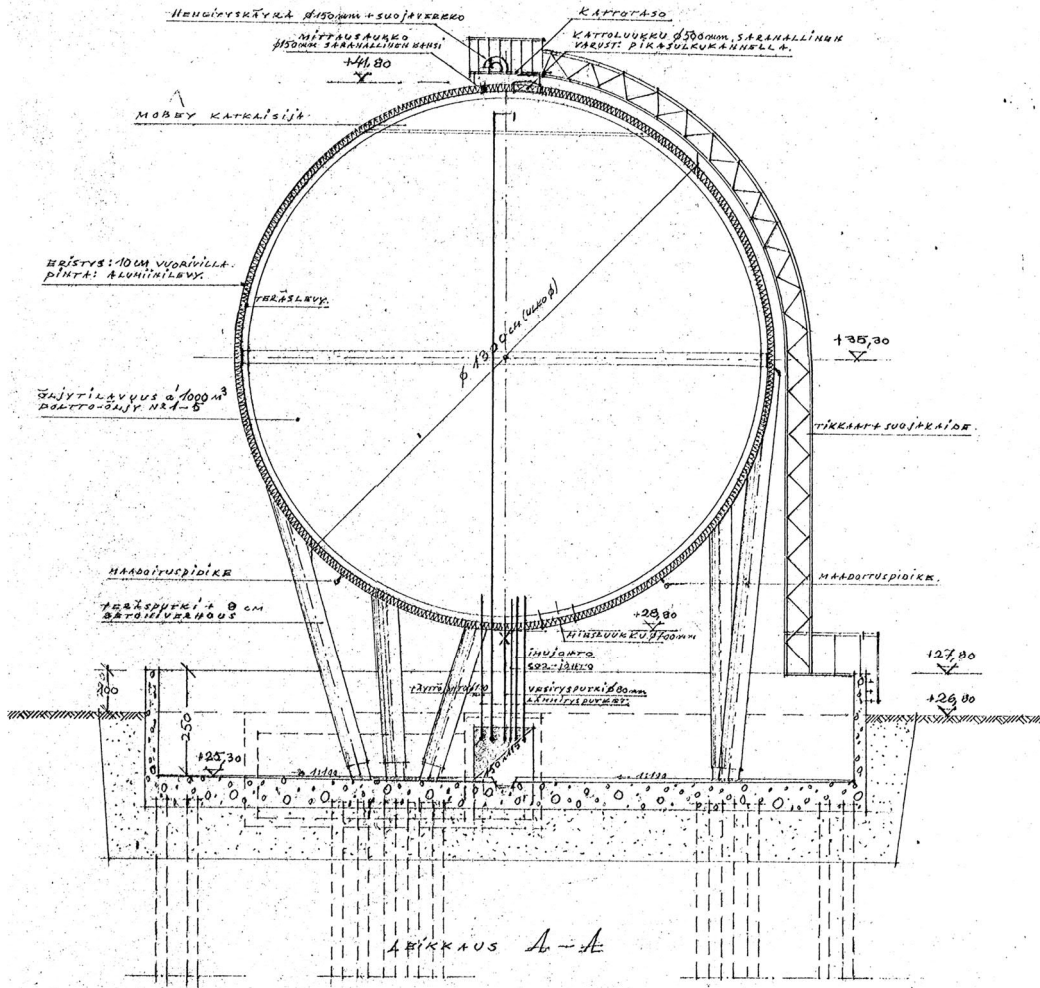
Pallolle ei ole enää hyötykäyttöä ja SOK aikoo purkaa sen rakennettavien asuinkorttelien tieltä tammikuussa 2022 alkavassa purku-urakassa. Espoon kaupunki näkee pallon säilyttämisen arvoisena maamerkinä ja on tilannut tämän selvityksen pallon kunnosta ja siirrettävyydestä toiseen paikkaan, muutaman sadan metrin päähän nykyisestä.



Kuva 1. Pallon arvioitu siirtomatka



## 2 Pallon kuntoarvio



Kuva 2. Ote pallon piirustuksesta vuodelta 1967.

Pallon päämitat ovat:

- halkaisija 13,0 m
- laen korkeus maanpinnasta 15,0 m
- piirustuksesta poiketen tuettu pallon alaosasta, tasajaolla sijaitsevilla 14 pilarilla

Pallon rakenne ja kerrospaksuudet ovat:

- teräsrunko, muistitietojen mukaan ainevahvuus pallon alaosassa  $t=10$  mm ja yläosassa  $t=6$  mm
- vuorivillaeristys 100 mm
- alumiiniverhous

Maastokatselmuksessa 1.11.2021 tehtiin seuraavat mittaukset ja näytteenotot:

- Seinämäpaksuusmittarilla todettiin ainevahvuudeksi pallon alaosassa pintaruosteineen  $t=10,2...10,8$  mm. Muistitietona saatu  $t=10$  mm pitää siten rungon alaosalle paikkansa. Rungon yläosan paksuutta ei voitu mitata.
- Seinämäpaksuusmittarilla todettiin alumiiniverhouslevyjen ainevahvuudeksi  $t=1,6$  mm.
- Pallon alaosasta otettiin näyte lämpöeristeestä. Asbestianalyysin (liite 1) mukaan lämpöeriste ei sisällä asbestia.

Maastokatselmuksessa 1.11.2021 pallon kuntoa päästiin tarkastelemaan vain ulkoa ja alhaalta päin. Silmämääräisesti ja puretun pallon purkukuvista todettiin seuraavaa:

- teräsrunko
  - o Rungon ulkopinta ja verhouksen kiinnitys ovat kauttaaltaan pintaruosteessa (kuva 3).
- lämpöeriste
  - o Eriste oli kuivaa.
- alumiiniverhous
  - o Verhous on siisti eikä siinä näy ruostevalumia.
  - o Verhous näyttää pallon alla roikkuvalta ja sitä saa kädellä nosteltua useiden senttien verran.
  - o Verhouksen kiinnitys näyttää koostuvan runkoa vaakasuunnassa kiertäviin teräsrankoihin ja niiden väliin pystysuunnassa asennettuihin ohkaisiin teräsvanteisiin (kuvat 3, 6-8).
- perustukset
  - o Tukia on piirustuksesta poiketen 14 kpl, säteittäisesti tasajaolla.
  - o Tukien yläpäissä on teräksiset keinulaakerit (kuva 4). Lisäksi jokaisen laakerin vieressä on terästanko, jonka tarkoituksesta ei ole selvyttä.
- varusteet
  - o Pallon päälle johtavat terästikkaat ovat ruostuneet poikki (kuva 5).



Kuva 3. Rungon ulkopintaa, seinämäpaksuuden mittauskohta (vaselliinia) ja verhouksen kiinnitysrude.



Kuva 4. Teräslaakeri ja -tanko.



Kuva 5. Tikkaat ovat ruostuneet poikki.



Kuva 6. Verhouksen kiinnitysvanteita pallon yläosassa.



Kuva 7. Verhouksen kiinnitysranka ja -vanteita pallon yläosassa.



Kuva 8. Verhouksen kiinnitysvanteita pallon alaosassa.

Pallon käyttö- ja siirtopaino:

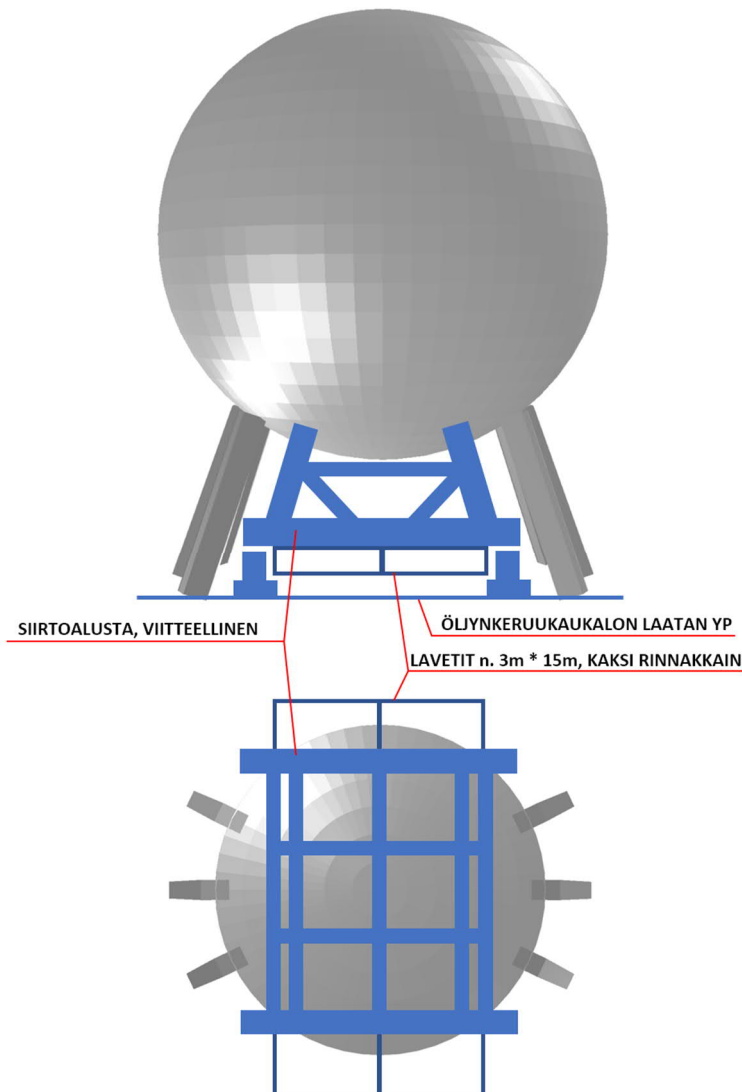
- A=530 m<sup>2</sup>, V=1150 m<sup>3</sup>
- teräsrunko t=6/10 mm ... 10/10 mm      33 ... 42 t
- sisäpuoliset rakenteet (arvio)              3 t
- eriste 10 cm (kuivana 35 ... 75 kg/m<sup>3</sup>)    2 ... 4 t
- verhouksen kiinnitysrakenteet (arvio)    5 t
- alumiiniverhous, limityksineen t=2 mm   3 t
- sammutusvesi 900 m<sup>3</sup> (arvio)              900 t
- yhteensä, käyttöpaino 946 ... 957 t ja siirtopaino 46 ... 57 t

### 3 Siirto- ja pystytysedellytykset

Pallon käyttöpaino on ollut noin 960 tonnia eli noin 700 kN/pilari.

Vedestä tyhjennettynä pallon siirtopaino on noin 60 tonnia. Siirron ja väliaikaissijoituksen aikana palloa kannatellaan vähintään neljästä kohtaa, jolloin kuorma on noin 150 kN/tunkki tai tukipiste. Pallon rungon pisterasitus on silloin noin 21 % alkuperäisen käytön aikaisesta. Pallon painopiste on korkealla, kuljetuslavettien painopisteen tulee olla matalalla.

Pallon alle tarvitaan tila siirtoalustalle ja kahdelle kuljetuslavetille rinnakkain. Tilan riittävyys on siirtopainoa määräävämpi edellytys ja varmistuu laserkeilauksella.



Kuva 9. Siirtoalusta ja kuljetuslavetit pallon alla, viitteellinen periaatekuva

## 4 Nosto- ja siirtotoimenpiteet

Alustava työjärjestys olettaen, että pallo siirretään ennen uusien tukien valmistumista:

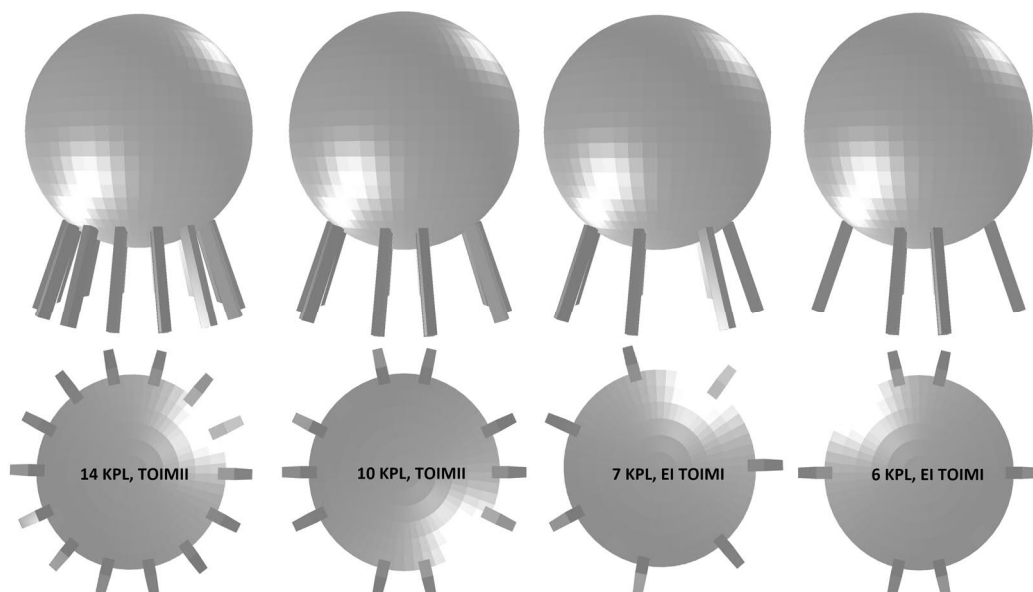
1. Pallon alapuoliskon, tukien ja öljynkeruukaukalon laserkeilaus. Uuden sijoituspaikan pohjatutkimukset.
2. Pallon tyhjennys vedestä. Pallon yläosan ja sisäpuolen kuntotarkastus.
3. Tikkaiden ja ulkopuolisten putkiasennusten poisto. Sisäpuolisten turhiksi jääneiden putkiasennusten mahdollinen poisto. Pallon alapinnassa löysänä roikkuvan verhouksen lisäkiinnitykset.
4. Öljynkeruukaukalon seinien esiin kaivu ja purkaminen laatan yläpintaan asti.
5. Kahdeksan pilarin purkaminen laatan yläpintaan asti (kuva 9).
6. Siirtoalustan asennus. Palloa kannatellaan vain alkuperäisten pilarien kohdilta.
7. Pallon tunkkaus siirtoalustan varaan, loppujen kuuden pilarin katkaisu ja pallon lasku siirtoalustan kanssa kahdelle rinnakkain ajetulle kuljetuslavetille.
8. Kuljetus väliaikaiselle sijoituspaikalle. Pallo jää siirtoalustalle siihen asti, että se voidaan siirtää uusille perustuksille.
9. Vanhojen perustusten loppuun purkaminen SOK:n toimesta.
10. Uusien perustusten suunnittelu ja rakentaminen. Ensin rakennetaan 6 pilaria.
11. Pallon siirto ja asennus uusille pilareille, tunkkaamalla kuten edellä.
12. Loppujen 4-8 pilarin rakentaminen. Näitä pilareita ei helposti saa kantaviksi.

## 5 Uudet perustukset ja korjaustoimenpiteet

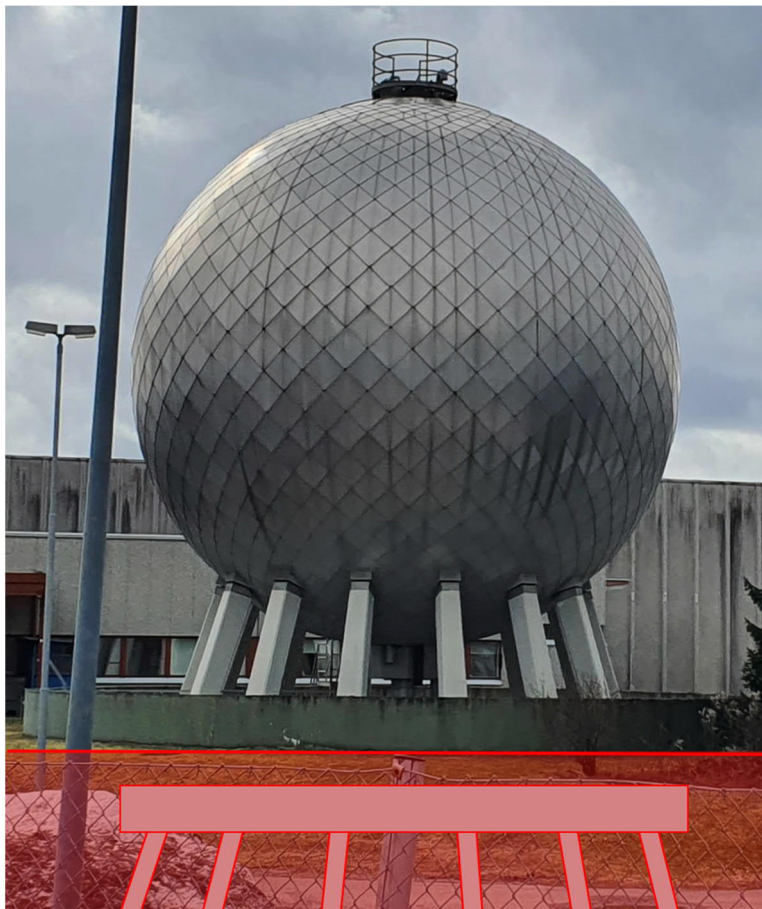
Uusille perustuksille siirrettäessä pallon alle tarvitaan samanlainen tila siirtoalustalle ja laveteille kuin vanhoilta perustuksilta noudettaessa. Siirron tilantarve ja pallon työnaikainen stabiliteetti rajoittavat työvaiheessa 10 rakennettavien pilarien määräksi 6 kpl. Loput 4-8 pilaria voidaan rakentaa vasta pallon siirron jälkeen. Käyttämättä jäävät pallon tukipisteet siistitään joko hiekkapuhaltamalla ja maalaamalla tai poistamalla ja verhousta täydentämällä.

Poistettavien putkiasennusten jättämät relät teräsrungeissa ja verhouksessa peitetään teräs- ja alumiinilevyillä. Alumiinilevyillä pyritään jäljittelemään vanhaa verhousta.

Uusien tikkaiden asentaminen ei ole tarpeen eikä suositeltavaa. Toistuvaa tarvetta sisältä kuivan ja tiiviisti suljettavan pallon päälle ja sisälle pääsemiseen ei jatkossa ole.



Kuva 10. Havainnekuvat erilaisilla pilarimäärillä 14, 10, 7 ja 6 kpl.



Kuva 11. Uusi paalulaattaperustus, havainnekuva.

Esitys uusiksi perustuksiksi:

- teräsbetoniset pilarit 10 kpl
  - o graffitien estämiseksi pallon alapinnan etäisyys maasta > 2,5 m
  - o  $N_d \approx 100 \text{ kN} \pm$  tuulikuorma
- pyöreä paalulaatta, routaeristetty tai massanvaihto routimattomaan syvyyteen, peitesyvyys > 0,4 m
- teräsbetoniset lyöntipaalut 15 kpl
  - o ulkokehällä 10 kpl säteittäisesti ulospäin kallistettuna
  - o sisäkehällä 5 kpl suorina
  - o  $N_d \approx 800 \text{ kN} \pm$  tuulikuorma





Kuva 12. Uusien pilarien päihin asennetaan nykyisiä vastaavat teräslevylaakerit.

## 6 Toimenpiteisiin liittyvät riskit

Tunnistettu riski	Enkaisevät toimenpiteet
Toteutettavuusriski: Lavetit ja siirtoalusta eivät mahdu pallon alle.	Laserkeilaus ja siirron huolellinen suunnittelu.
Rakenteellinen riski: Verhous irtoaa tai vaurioituu.	Kiinnityksen kunnon tarkistaminen ja korjaaminen ennen nosto- ja siirtotoimenpiteisiin ryhtymistä.  Palloa kannatellaan vain laakeripisteiden kohdalta.  Pallosta purettavat putkiasennukset poistetaan verhousta varoen.
Rakenteellinen riski: Pallon vaurioituminen noston, siirron, kuljetuksen tai asennuksen aikana.	Palloa tuetaan kaikissa tilanteissa vain nykyisten laakerien kohdilta.  Tunkkaukset tehdään tasatahtiin.  Työalustan painumattomuus varmistetaan. Pallon kallistuma pidetään kaikissa työvaiheissa pienenä.  Siirrot ja kuljetukset tehdään hallitusti ennalta selvitettyä ja valmisteltua tasaista reittiä pitkin. Lavettien painopisteen tulee olla matalalla.  Uudet pilarit laakereineen tarkemmitataan ja tarvittaessa korjataan ennen pallon asennukseen ryhtymistä.
Rakenteellinen riski: Pallon teräsrungon rakenteellisen kestävyuden heikentyminen ruostumisen edetessä.	Sisäpinnan ruostumista (0,5-1,0 mm / 100 vuotta) voidaan hidastaa (arvoon 0,2 mm / 100 vuotta) sulkemalla kuivatettu pallo tiiviisti tai estää täyttämällä pallo jälleen vedellä.  Ulkopinnan ruostumiselle (1,0-1,5 mm / 100 vuotta) ei voi tehdä verhousta irrottamatta mitään.  Tyhjänä teräsrungon rasitus on murto-osan alkuperäisestä ja paksuudessa hyvin ruostumisvaraa.
Turvallisuusriski: Purettavan rakenneosan kaatuminen tai putoaminen.	Purkutyöt tehdään hallitusti ja suunnitellusti.
Turvallisuusriski: Putoamisvaaralliset työt.	Käytetään vain toiminnaltaan tarkastettuja henkilönostimia ja huolella toteutettuja putoamissuojauksia.
Kustannusriski.	Siirtoon sisältyy harvinaislaatuista töitä, joiden kustannukset ovat vaikeasti ennakoitavissa.  Varsinkin materiaalihinnat ovat nousseet voimakkaasti vuoden 2021 aikana. Nousun taitumisesta ei ole vielä luotettavaa tietoa.  Työn pienestä koosta ja erikoisuudesta johtuen urakoitsijoiden tarjoushalukkuus voi jäädä toivottua pienemmäksi.



## 7 Kustannusarvio

Siirron alustava kustannusarvio on 390 000 € (alv 0 %, hintataso 2021/09).

Työvaihe	määrä	yks	€/yks	€ yht	huom.
<b>Valmistelut</b>					
Pallon tyhjennys vedestä	900	m3	0 €	0 €	SOK:n vastuulla
Pallon yläosan ja sisäpuolen kuntotarkastus, nostimen kanssa	1	erä	2 500 €	2 500 €	
Pallon alapuoliskon, pilarien ja öljynkeruukaukalon laserkeilaus	1	erä	4 000 €	4 000 €	
Uuden sijoituspaikan pohjatutkimukset	1	erä	10 000 €	10 000 €	
Rakennus- ja korjaussuunnittelu, RAK+GEO	1	erä	30 000 €	30 000 €	
Valaistussuunnittelu	1	erä	5 000 €	5 000 €	
<b>Purkutyöt</b>					
Tikkaiden ja pallon ulkopuolisten putkiasennusten poisto, osa nostimen kanssa	1	erä	2 500 €	2 500 €	
Pallon sisäpuolisten turhien putkiasennusten mahdollinen poisto, nostimen kanssa	1	erä	3 500 €	3 500 €	
Kaivu öljynkeruukaukalon ympäriltä	300	m3	9 €	2 700 €	
Öljynkeruukaukalon seinien purkaminen	40	m3	200 €	8 000 €	peruslaatan yläpintaan
Pilarien purkaminen	40	m3	150 €	6 000 €	peruslaatan yläpintaan
Öljynkeruusäiliön loppuun purkaminen	1	erä	0 €	0 €	SOK:n vastuulla
<b>Rakennus- ja korjaustyöt</b>					
Tarpeettomien tukipisteiden siistiminen ja poistettujen asennusten jättämien reikien peittäminen	1	erä	8 000 €	8 000 €	
Pallon verhouksen lisäkiinnitykset	1	erä	3 500 €	3 500 €	
Kaivu ilman tuentaa	450	m3	9 €	4 050 €	
Alus- ja ympäristäytöt	320	m3	21 €	6 720 €	
Teräsbetonipaalut	225	m	70 €	15 750 €	pituus 15 m
Kalliojärjet	15	kpl	115 €	1 725 €	
Peruslaatta	130	m3	200 €	26 000 €	
Pilarit, teräsbetoni	13	m3	700 €	9 100 €	10 kpl
Laakerit	10	kpl	500 €	5 000 €	
Betonikiviverhous	200	m2	70 €	14 000 €	
Kohdevalaistus	1	erä	5 000 €	5 000 €	
<b>Nosto-, siirto- ja asennustyöt</b>					
Siirtoalusta, suunnittelu ja rakentaminen	1	erä	38 000 €	38 000 €	pintakäsittelemätön
Tunkkaus siirtoalustan kanssa lavetille	1	erä	7 300 €	7 300 €	
Kuljetus ja lasku siirtoalustan kanssa väliaikaiselle sijoituspaikalle	1	erä	8 000 €	8 000 €	
Tunkkaus siirtoalustan kanssa 2. kerran lavetille	1	erä	3 000 €	3 000 €	
Kuljetus ja asennus siirtoalustalta uusille pilareille	1	erä	10 000 €	10 000 €	
<b>YHTEENVETO</b>					
Valmistelut				51 500 €	
Purkutyöt				22 700 €	
Rakennus- ja korjaustyö				98 845 €	
Nosto-, siirto- ja asennustyöt				66 300 €	
Työmaan yhteiskustannukset (ei koske valmisteluja)	30 %			56 354 €	
Kaikki yhteensä				295 699 €	
Kustannusriski	27 %			79 839 €	
Rakennuttaminen	5 %			14 785 €	
Kokonaiskustannus, alv 0 %				390 322 €	

### LIITTEET

#### 1. Asbestianalyysi

# ATlabra Oy

20717 / ASB

## Asbestianalyysi:

Tilaja:	David Husaini		
Kohde:	Keran hallit (INEX-pallo), Espoo		
	David Husaini		
Tilauspäivä:	3.11.2021	Toimituspäivä:	4.11.2021
Tutkimusmenetelmät:			
Tilajan toimittamat näytteet on tutkittu alkuaineanalysaattorilla varustetulla Tescan Vega3 LM pyyhkäisyelektronimikroskoopilla. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. ATlabra Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.			
Tulokset:			
Näyte	Materiaali / tila tai kohde	Asbestipitoisuus	
INEX	Pallo-rakenteen lämpöeriste.	Ei sisällä asbestia.	