

**TAMPEREEN KAUPUNKI
RATINAN LÄMPÖKESKUS, TAMPERE**

**VAARAN ARVIOINTIEN YHTEENVETO ERI
UHKAKUVISTA**

Laadittu 5.2.2021



**PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO
MARKKU KAURIALA OY**

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
2	TARKASTELTAVAT KOHTEET JA ALUE	4
3	VAARAN ARVIOINTI ERI UHKAKUVISTA	7
3.1	Öljysäiliön tulipalon lämpösäteily.....	7
3.2	Vaarallisten aineiden kuljetukset ja vuotavan säiliöauton lämpösäteily.....	9
3.3	Savukaasujen myrkyllisyys ja noen vaikutus näkyvyyteen.....	10
3.4	Öljysäiliön kaasuräjähdytys	12
3.5	Lämpökeskuksen kattilaräjähdytys.....	14
3.6	Sähköaseman öljymuuntajien tulipalo.....	15
4	YHTEENVETO	16
	KIRJALLISUUSLÄHTEET	17

1 JOHDANTO

Tässä raportissa käsitellään Ratinan lämpökeskuksen, sen öljysäiliön ja sähköaseman aiheuttamaa vaaraa ympäröivälle alueelle ja rakennuksille. Raportti on yhteenveto vanhoista ja uusista selvityksistä. Vaaran arvioinnin päivitys tehdään Voimakadun asemakaavamuutoksen vuoksi, jonka yhteydessä lämpökeskuksen naapuritontille kaavoitetaan uusia asuinkerrostaloja.

Alueella mahdollisesti esiintyvistä vaaroista on tehty seuraavat selvitykset:

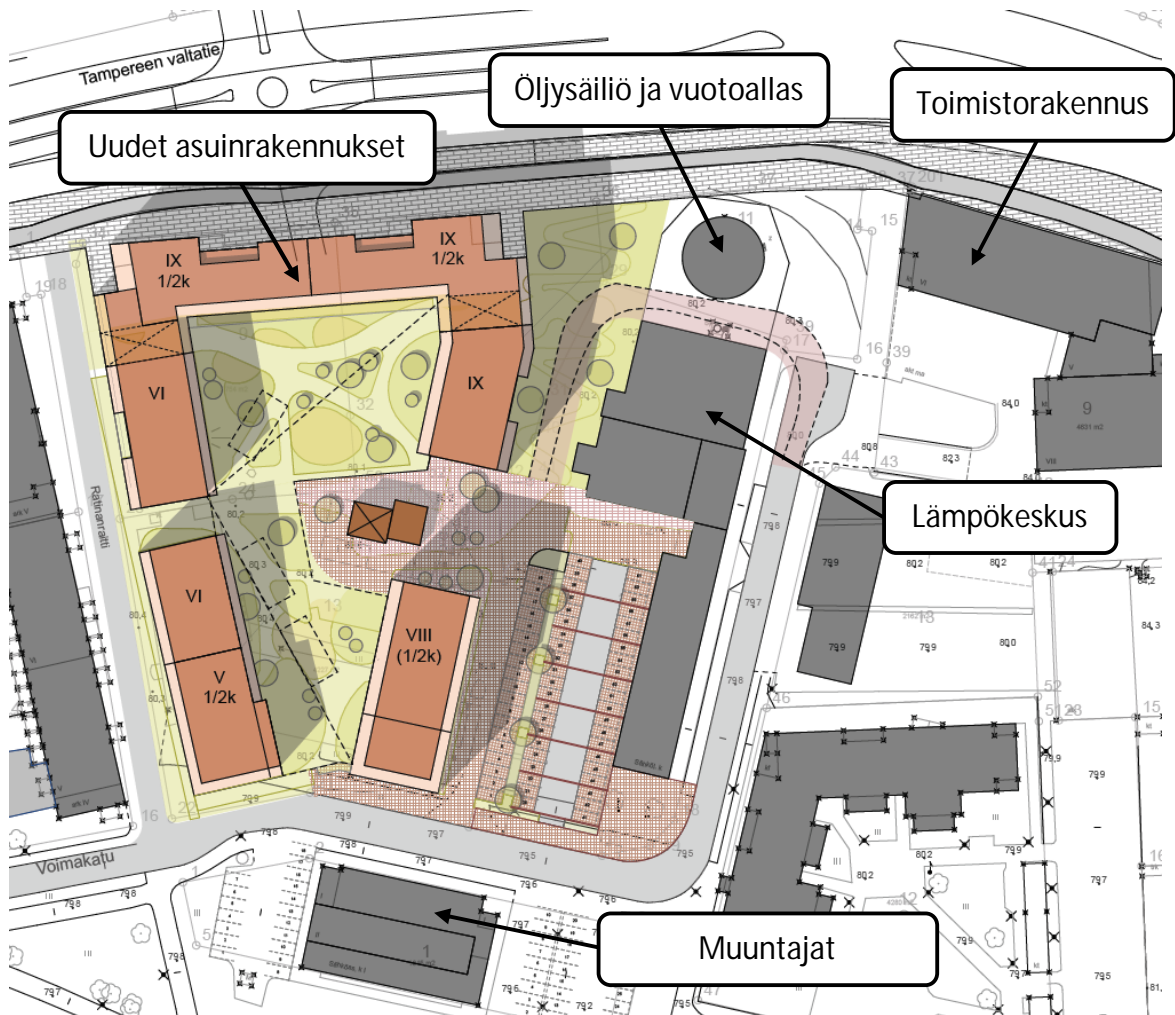
- Ratinan öljysäiliö- ja allaspalon lämpösäteily ja siihen liittyviä uhkia, 2014 [1]
- Ratinan lämpösäteilyn vaikutuksen päivitys, 2014 [2]
- Tulipesäräjähdyksen aiheuttaman vaaran arviointi, 2014 [3]
- Öljysäiliön palosimuloinnit, 2021 [4]

Raportissa käsitellään seuraavia uhkakuvia (uhkakuviiin liittyvien tarkempien selvitysten sijainti):

- Öljysäiliön tulipalon lämpösäteily [1, 2, 4]
- Vaarallisten aineiden kuljetukset ja vuotavan säiliöauton lämpösäteily [4]
- Tulipalojen savukaasujen myrkyllisyys ja noen vaikutus näkyvyyteen [4]
- Öljysäiliön kaaturäjähdykset, käsittely tässä raportissa
- Lämpökeskuksen kattilaräjähdykset [3]
- Sähköaseman öljymuuntajien tulipalo, käsittely tässä raportissa

2 TARKASTELTAVAT KOHTEET JA ALUE

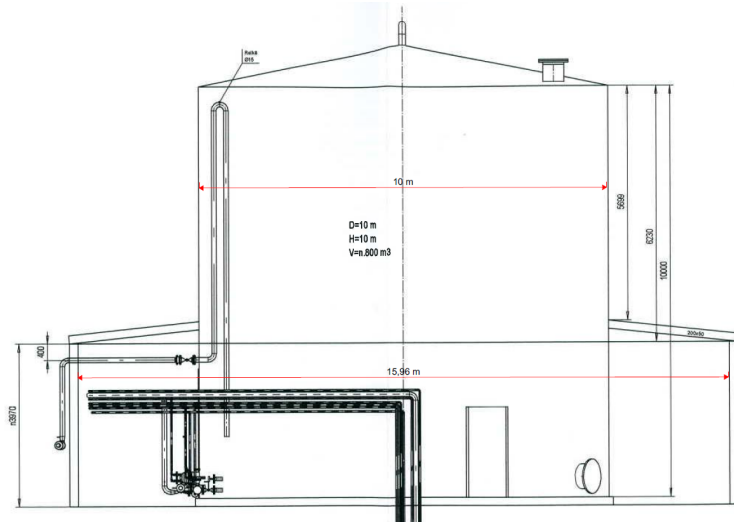
Tarkasteltava kohde on Ratinan lämpökeskus, lämpökeskuksen öljysäiliö ja niitä ympäröivä alue. Säiliön länsipuolelle kaavoitetaan uusia asuinrakennuksia, eteläpuolella on lämpökeskus, itäpuolella on toimistorakennuksia ja pohjoispuolella on Tampereen valtatie sekä Ratinan kauppakeskus. Alla on esitetty kuvia kohteen alueesta.



Kuva 1. Tarkasteltava kohde ja sitä ympäröivä alue.

Ratinnan lämpökeskuksessa on 40 MW vesikattila, jota käytetään kaukolämmön lisätuotantoon huipunkäyttöaikoina. Polttoaineena lämpökeskuksessa käytetään kevyttä polttoöljyä ja maakaasua.

Ratinan öljysäiliö koostuu itse säiliöstä ja sitä ympäröivästä vuotoaltaasta. Säiliössä varastoidaan kevyttä polttoöljyä, joka on muutos aiempaan tilanteeseen. Muutoksella on pieni heikentävä vaikutus palo- ja räjähdysturvallisuuteen (esim. öljyn leimahduspiste laskee 65 °C -> 55 °C [5,6]). Säiliön ja altaan dimensioid on esitetty alla olevassa kuvassa ja taulukossa.



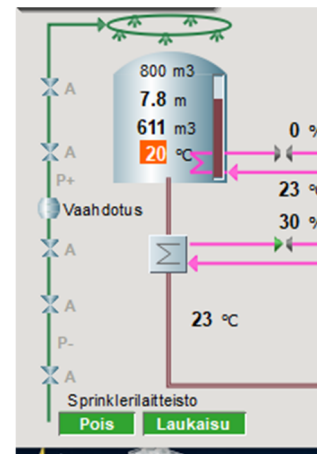
Kuva 2. Säiliön ja altaan leikkauskuva.

Taulukko 1. Säiliön ja altaan dimensioid.

	Säiliö	Allas
Halkaisija	10,0 m	16,0 m
Korkeus	10,0 m	4,0 m
Tilavuus	785 m ³	798 m ³

Öljysäiliö ja vuotoallas on varustettu seuraavilla turvajärjestelmillä:

- Vaahtosammutusjärjestelmä:
 - Etälaukaistava Lielahden valvomosta.
 - Hälytys laukaisutarpeesta tulee valvomoon kohteen paloilmamaisimista.
 - Kameravalvonta, jolla tuota kaukolaukaisun tarvetta voidaan arvioida.
- CO₂-sammutusjärjestelmä:
 - Laukaisu käsin paikan päältä.
- Altaassa vuotoilmamaisimet.
- Säiliön lämpötilan seuranta ja hälytys valvomoon, jos öljyn lämpötila nousee yli 20 asteen. Säiliössä on vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä, jonka tavoitelämpötila on 15 °C (tavoitetta on hiljattain laskettu 20 °C -> 15 °C).
- Lisäksi laitoksella on paloilmamaisimijärjestelmä ja alkusammutuskalusto.



Kuva 3. Säiliön valvonta valvomosta.

Aiemmin tehtyjen tarkastelujen suosituksesta [2] öljysäiliön pohjoispuolelle on lisäksi rakennettu suojamuuri (Kuva 4), joka rajoittaa lämpösäteilyä pohjoissuuntaa ja toisaalta tuulen vaikutusta säiliön tulipaloon.



Kuva 4. Öljysäiliö ja sen pohjoispuolella oleva suojamuuri.

3 VAARAN ARVIOINTI ERI UHKAKUVISTA

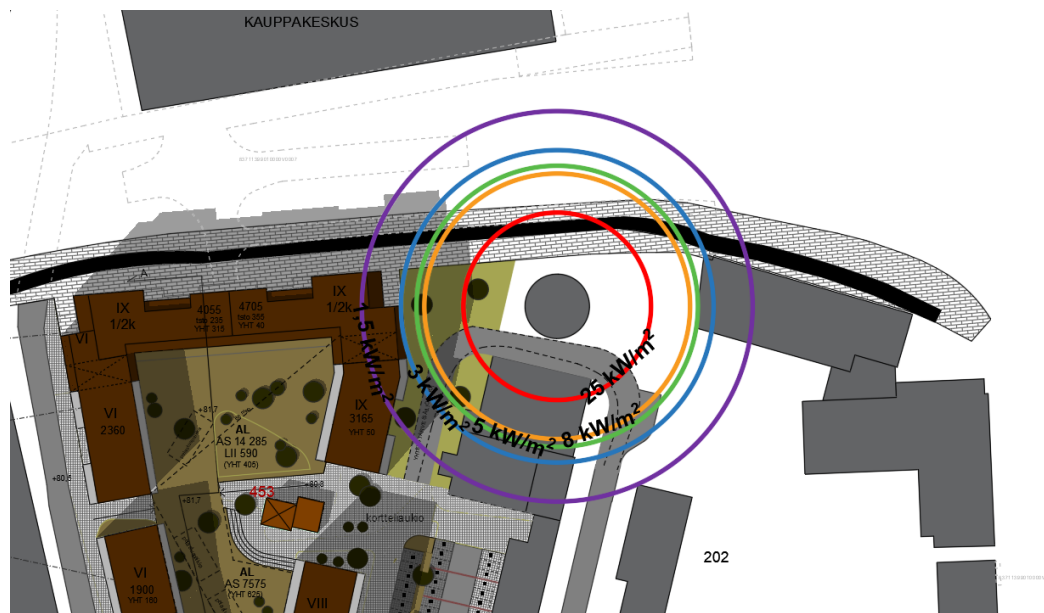
3.1 Öljysäiliön tulipalon lämpösäteily

Kohteessa olevien sammutus- ja muiden palojärjestelmien toimiessa suunnitellusti, voidaan öljysäiliön tulipalon muodostaman uhan katsoa olevan hallittu, ja tehdyt lämpösäteilytarkastelut koskevat ainoastaan tilannetta, jossa yksi tai useampi järjestelmän osa on vikaantunut.

Pelkän säiliörakennuksen kattavien palosimulointimallien tulosten perusteella suojaetäisyydet kasvoivat hieman uusissa tarkasteluissa [4] verrattuna aiempiin tarkasteluihin [1, 2]. Nyt saadut etäisyydet ovat:

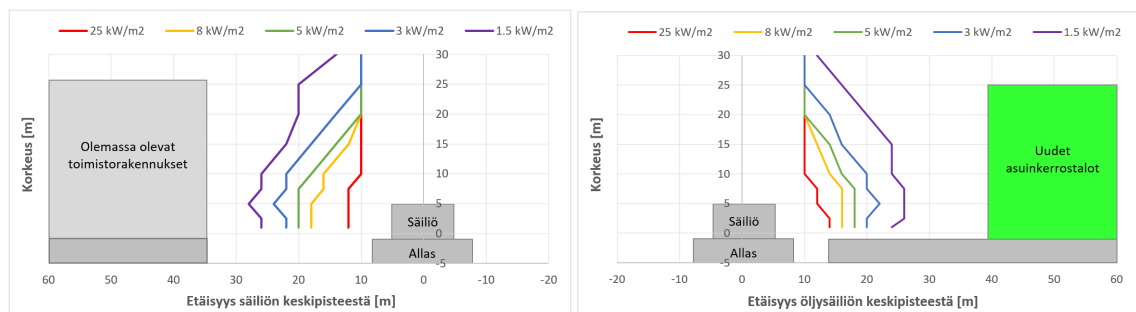
- Turvallinen evakuointietäisyys on 50 metriä palavan säiliön keskipisteestä (1,5 kW/m² raja).
- Ihmisten suojautuminen tai poistuminen lämpösäteilyn vaikutusalueelta voi estyä alle 40 metrin päässä palavan säiliön keskipisteestä (3 kW/m² raja).
- Palovammoja voi aiheutua ulkona oleville ihmisille kohteissa, joista poistuminen tai joiden tyhjentäminen voi onnettomuustilanteissa olla hidasta alle 36 metrin päässä palavan säiliön keskipisteestä (5 kW/m² raja).
- Rakennukset, laitteistot, rakenteet tai muut paloa levittävät kohteet voivat syttyä alle 34 metrin päässä palavan säiliön keskipisteestä (8 kW/m² raja).
- Teräksestä tehdyn kohteen rakenteellisen lujuus voi ylittyä pitkäkestoisessa altistuksessa alle 24 metrin päässä palavan säiliön keskipisteestä (25 kW/m² raja).

Yksinkertaisemmalla mallilla saadut tulokset eivät kuitenkaan ota huomioon säiliön sijaintia rakennusten välissä ja niiden vaikutusta tuuliolosuhteisiin, mutta yksinkertaisemmalla mallilla saatuja etäisyyksiä voidaan pitää turvallisina arvoina jokaiseen ilmansuuntaan.



Kuva 5. Hyväksymiskriteerien 1,5, 3, 5, 8 ja 25 kW/m²:n mukaiset lämpösäteilytasojen mahdolliset esiintymisalueet.

Tarkemmalla simulointimallilla (jossa on mukana myös lähialueen muut rakennukset) tarkasteltiin uusiin asuinrakennuksiin ja olemassa oleviin toimistorakennuksiin päin kohdistuvat säteilytasot tuulen puhaltaessa säiliötä tarkasteltavaa seinää kohti. Näiden simulointien tulosten perusteella säiliön tulipalon säteily ei muodosta uhkaa naapuritonttien rakennusten paloturvallisuudelle, evakuoinnille tai henkilöturvallisuudelle. Tarkemmalla mallilla saadut tulokset pätevät vain tarkasteltuihin tuulensuuntiin ja kattavampi suojaetäisyyksien määrittäminen tarkemmalla mallilla vaatisi useiden lisäsimulointien ajamista.

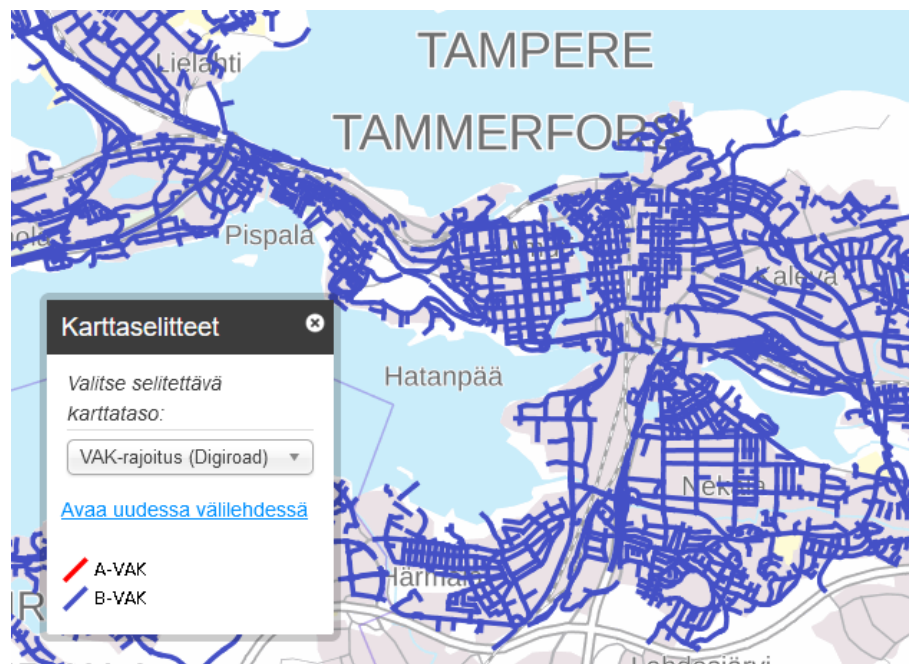


Kuva 6. Etäisyydet säiliön keskipisteestä tarkasteltavien seinien suuntaan, jonka jälkeen lämpösäteilytasot 1,5, 3, 5, 8 ja 25 kW/m² allittuvat. Vaikuttava tuuli palolta tarkasteltavan seinän suuntaan.

3.2 Vaarallisten aineiden kuljetukset ja vuotavan säiliöauton lämpösäteily

Koko Tampereen keskusta on B-VAK aluetta (Kuva 7), eli läpiajo on kielletty VAK kuljetuksilta, mutta vaikutusalueelle siirtyminen purkamista tai lastausta varten on sallittu. Liikkuvan VAK ajoneuvon tulipaloa ei voida pitää lämpökeskuksen ympäristössä merkittävästi todennäköisempänä kuin esim. vieressä olevalla Tampereen valtatiellä. Varsinkin jos huomioidaan, että lämpökeskuksessa VAK-kuljetukset rajoittuvat kevyeen polttoöljyyn, kun taas Tampereen valtatiellä voidaan kuljettaa vaarallisempiakin aineita.

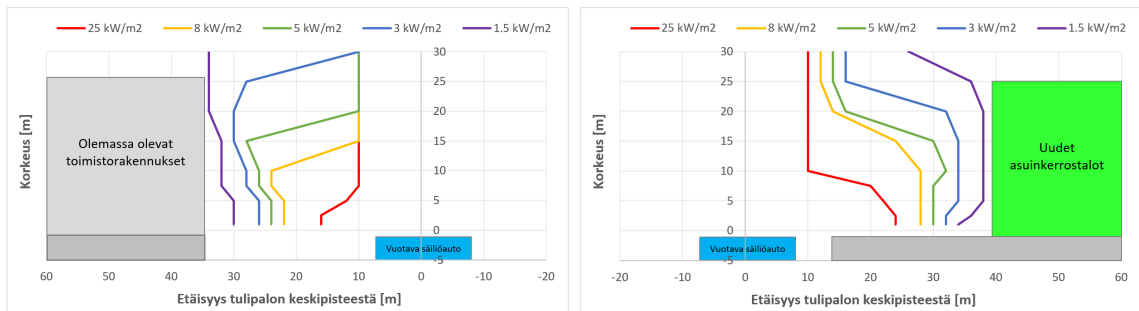
Tehtyjen selvitysten perusteella muutokset VAK 2019 määräyksissä [7] vaikuttavat lämpökeskuksen alueella tapahtuviin kevyen polttoöljyn kuljetuksiin vähäisesti.



Kuva 7. B-VAK rajoitukset Tampereen keskustan alueella [8].

Tarkasteluissa on em. syystä johtuen keskitytty kevyen polttoöljyn säiliöön purun yhteydessä tapahtuvan polttoainevuodon uhkaan. Säiliöautojen letkut ja liittimet ovat tyypillisesti sisähalkaisijaltaan noin 3 tuumaa, joten mitoituspalo tehdyissä simuloinneissa [4] on muodostettu tämän suuruista aukosta painovoimaisesti vuotavan kevyen polttoöljyn palotehon perusteella.

Tulipalon lähialueen rakennukset kattavalla simulointimallilla tarkasteltiin uusiin asuinrakennuksiin ja olemassa oleviin toimistorakennuksiin päin kohdistuvat säteilytasot tuulen puhaltaessa tulipalosta tarkasteltavaa seinää kohti. Näiden simulointien tulosten perusteella säiliön tulipalon säteily ei muodosta uhkaa naapuritonttien rakennusten paloturvallisuudelle, evakuoinnille tai henkilöturvallisuudelle. Tarkemmalla mallilla saadut tulokset pätevät vain tarkasteltuihin tuulensuuntiin ja kattavampi suojaetäisyyksien määrittäminen tarkemmalla mallilla vaatisi useiden lisäsimulointien ajamista.



Kuva 8. Etäisyydet säiliöautopalon keskipisteestä tarkasteltavien seinien suuntaan, jonka jälkeen lämpösäteilytasot 1.5, 3, 5, 8 ja 25 kW/m² alittuvat. Vaikuttava tuuli palolta tarkasteltavan seinän suuntaan.

3.3 Savukaasujen myrkyllisyys ja noen vaikutus näkyvyyteen

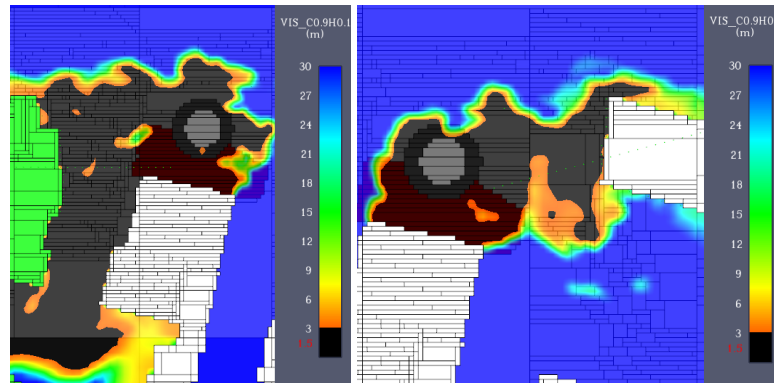
Koska alueelle kaavoitetaan asuinrakennuksia, joissa toiminta poikkeaa lähtökohtaisesti hieman olemassa olevista rakennuksista (esim. jatkossa myös nukkuvia ihmisiä), tutkittiin uusissa tarkasteluissa [4] myös myrkyllisten savukaasujen muodostamaa uhkaan öljysäiliön ja vuotavan säiliöauton tulipaloissa. Lisäksi tarkasteluissa tutkittiin savukaasujen vaikutusta näkyvyyteen naapuritontin rakennusten poistumisovilla ko. tulipaloissa.

Tarkasteluissa saatujen tulosten perusteella palavan öljysäiliön myrkylliset savukaasut eivät muodosta merkittävää uhkaa uusien naapuritonttien rakennusten henkilöturvallisuudelle. Vuotavan säiliöauton palosta mitatut myrkyllisyydet olivat säiliöpaloa suurempia, mutta niissäkin vaadittiin hyvin pitkiä altistusaikoja (90 min) ennen kuin herkkien ihmisten lamaantumisen hyväksymiskriteeri voi ylittyä. Tätä aikaa voidaan pitää riittävänä palokunnan tai (henkilöiden itsensä) suorittamiin pelastustoimiin. Koska rakenteiden tiivys ei ole uhattuna, näiksi toimiksi riittää evakuointi mutta myös esimerkiksi vain avoimien ovien ja ikkunoiden sekä IV-järjestelmän sulkeminen.

Taulukko 2. Simuloinneista mitatut pahimpien pisteiden kaasujen pitoisuuksien 95 % -fraktiilit asuinrakennusten ja toimistorakennuksen seinustoilla. Vertailuna hyväksymiskriteeri.

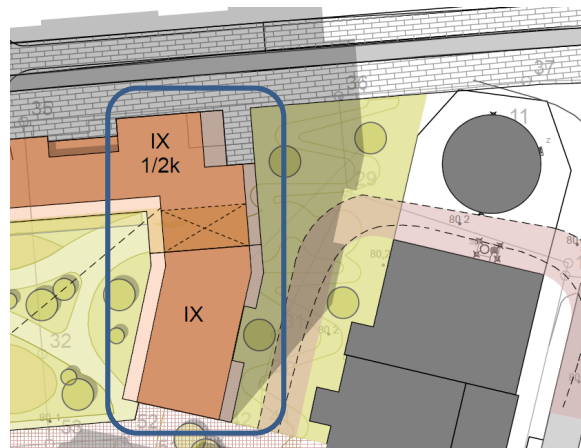
	Palo 1a		Palo 1b		Palo 2a		Palo 2b		Hyväksymiskriteeri
	3.1 m/s	8.1 m/s	3.1 m/s	8.1 m/s	3.1 m/s	8.1 m/s	3.1 m/s	8.1 m/s	
CO	10 ppm	91 ppm	60 ppm	157 ppm	278 ppm	286 ppm	210 ppm	199 ppm	< 2000 ppm
CO ₂	0.07 %	0.33 %	0.23 %	0.54 %	0.93 %	0.96 %	0.72 %	0.68 %	< 5 %
O ₂	20.8 %	20.7 %	20.8 %	20.7 %	20.8 %	20.7 %	20.8 %	20.7 %	> 15 %

Näkyvyytarkasteluissa saatujen tulosten perusteella kovalla tuulella vuotavan säiliöauton tulipalo saattaa kuitenkin haitata naapurirakennusten säiliön puoleisten poistumisovien käyttöä (Kuva 9).



Kuva 9. Näkyvydet noin 2-6 m korkeudella maanpinnasta vuotavan säiliöauton tulipalossa kovalla tuulella (99% fraktiili, 8,1 m/s). Alle 3 m näkyvyys mustalla.

Koska tulipalot eivät tarkastelujen perusteella voi levitä naapuritonttien rakennuksiin, vaikutus olemassa olevan toimistorakennuksen poistumisturvallisuuteen on vain vähäinen (rakennuksen läsipäädyssä on varatie ja muita poistumissuuntia on käytettävissä). Näkyvyysolosuhteista johtuen on kuitenkin suositeltavaa, ettei lähimmäksi säiliötä tuleviin uusiin asuinrakennuksiin suunniteltaisi porrashuoneita, joista ainoa poistumisovi olisi säiliön suuntaan (vain itä suuntaan, ks. Kuva 10).



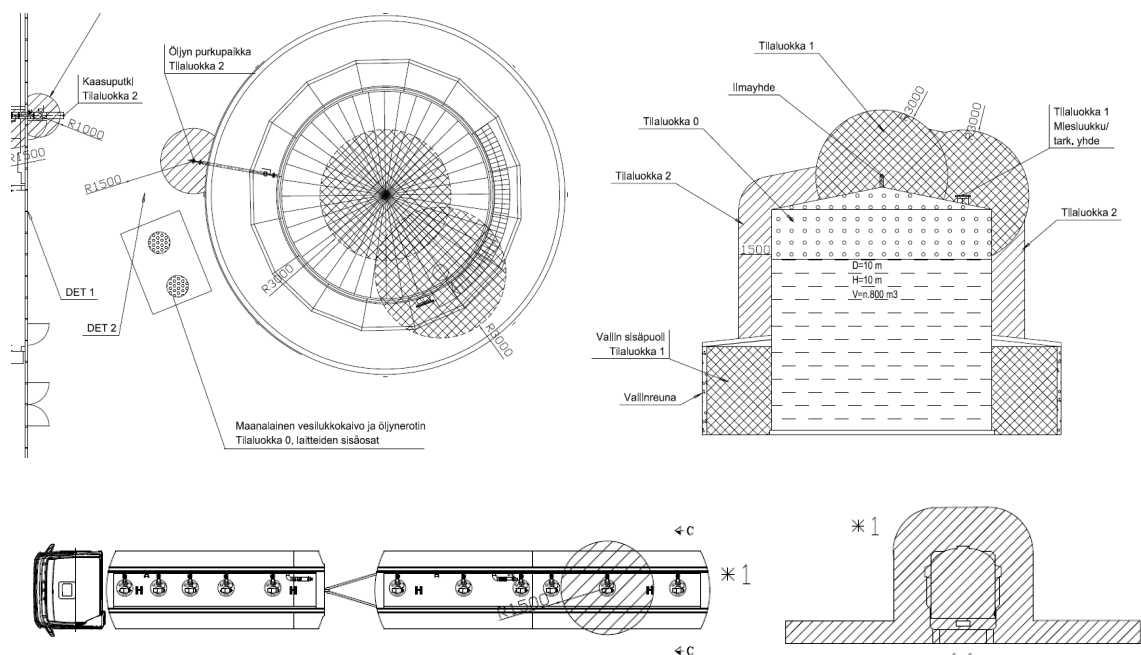
Kuva 10. Lähimpänä säiliötä tulevien asuinrakennusten porrashuoneille suositellaan vähintään varatietä muuhun kuin säiliön suuntaan (eli muuhun kuin itä suuntaan).

3.4 Öljysäiliön kaasuräjähdyks

Öljysäiliön räjähdysturvallisuuteen ei ole otettu aiemmissa raporteissa kantaa. Tukes [9] velvoittaa tekemään räjähdysten paineaaltotarkastelut vasta, kun öljysäiliön tilavuus ylittää 5000 m³.

Kun polttoaine on vaihdettu raskaasta polttoöljystä kevyeen polttoöljyyn, öljysäiliön räjähdysturvallisuus on hieman heikentynyt. Raskaan polttoöljyn leimahduspiste on ≥ 65 °C [5] ja kevyen polttoöljyn leimahduspiste on > 55 °C [6]. Leimahduspiste (flash point) tarkoittaa nesteen lämpötilaa, jonka jälkeen neste alkaa luovuttamaan palamaan/räjähtämään kykeneviä kaasuja. Kun nesteen yläpuolella olevan kaasukerroksen pitoisuus on alemman ja ylemmän syttymisrajan sisäpuolella (kevyellä ja raskaalla polttoöljyllä rajat ovat n. 1 % – 6 % [5,6]), voi kaasuseos räjähtää altistuessaan kipinälle. Vertailuna bensiinin leimahduspiste on noin > -20 °C ja syttymisrajat 1,4 – 8,1 %.

Räjähtävän kaasuseoksen syntyminen ei siis itsessään vielä riitä räjähdykseen. Koska öljysäiliö on ATEX tilaluokiteltu (Kuva 11), voidaan kipinän esiintymistäkin pitää hyvin epätodennäköisenä.



Kuva 11. Otteita säiliön ATEX tilaluokitus piirustuksesta (LV9/1-D901, 31.8.2005)

Säiliöön on siis käytännössä mahdoton syntyä räjähtävä kaasuseos 55 °C alemmissa öljylämpötiloissa. Kevyen polttoöljyn räjähtäviä kaasuseoksia on tarkasteltu kokeellisesti mm. lähteessä [10], jossa räjähtävä seos saatiin aikaiseksi vasta 60 °C polttoöljyn lämpötilassa. Jotta räjähdys olisi mahdollista, tarvitaan ulkoinen lämmönlähde.

Mahdollisia lämmönlähteitä ovat:

- Vikaantunut lämmitysjärjestelmä
- Auringon valo
- Tulipalo

Säiliössä on vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä ja lämpötilan seuranta, joka antaa hälytyksen valvomoon, jos öljyn lämpötila nousee yli 20 asteen. Jotta lämmitys uhkaisu räjähdysturvallisuutta, pitäisi lämmitysjärjestelmän vikaantua niin, että lämminvesikierto jää pysyvästi päälle ja se jäisi hälytysjärjestelmästä huolimatta pitkäaikaisesti huomaamatta (suuren öljymäärän lämpeneminen vie kauan aikaa). Toisaalta pelkkä leimahduspisteen lämpötilan saavuttaminen ei riitä räjähdykseen, vaan kaasuseoksen pitää altistua kipinälle seoksen ollessa alemman ja ylemmän syttymisrajan välissä. Säiliössä ei ole merkittäviä kipinälähteitä, joten tätä tapahtumaketjua voidaan pitää erittäin epätodennäköisenä.

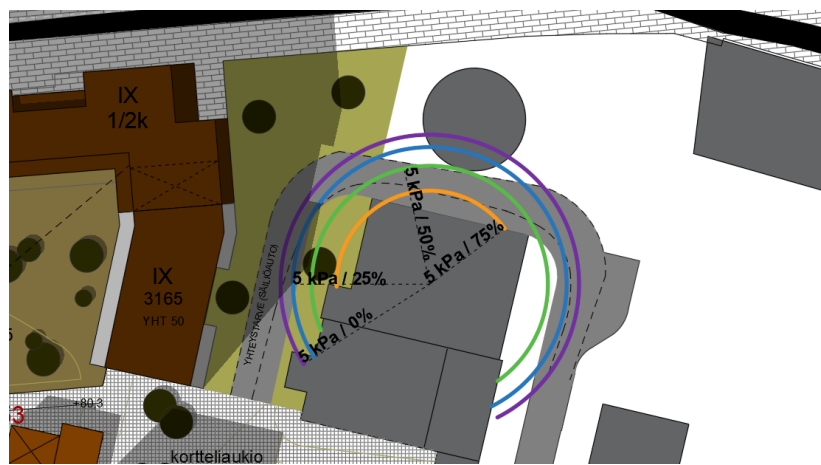
Suomen ilmasto-olosuhteissa auringon valolla ei ole mahdollista lämmittää öljysäiliötä riittävän lämpimäksi edes kuumimpana hellekautena (Huom. leimahduspiste koskee nesteen lämpötilaa, ei ympäröivän kaasun lämpötilaa).

Tulipalossa öljyn lämpötila voi nousta merkittävästi, mutta koska tulipalossa haihtuvat kaasut palavat sitä mukaan kuin niitä vapautuu, ei räjähtävää kaasuseosta pääse syntymään.

Öljysäiliön räjähdysten todennäköisyys on siis niin pieni, ettei paineaaltotarkasteluja pidetä tarpeellisina.

3.5 Lämpökeskuksen kattilaräjähdys

Lämpökeskuksen kattilaräjähdystä on tarkasteltu raportissa [3], eikä laskelmien uusimista katsota tarpeelliseksi. Aikaisemmat ylipainetasot (Kuva 12, Taulukko 3). Lisäksi johtopäätökset voidaan pitää samoina 5 kPa:n raja (pieniä vaurioita rakenteille, vammautumisen riski) ei yllä naapurin asuin- tai toimistorakennuksiin, ja suurimmat vaikutukset rajoittuvat lähinnä itse kattilarakennukseen. Lisäksi koska lämpökeskuksen pohjoisseinä on tehty rakenteeltaan ns. kevytseinäksi, suurin paineaalto suuntautuu pohjoiseen Tampereen valtatie suuntaan, eikä siis naapurin asuin- tai toimistorakennuksia kohti. Pohjoissuunnassa puolestaan räjähdysvaikutukset pysähtyvät viimeistään Tampereen valtatie suojamuriin (Kuva 4).



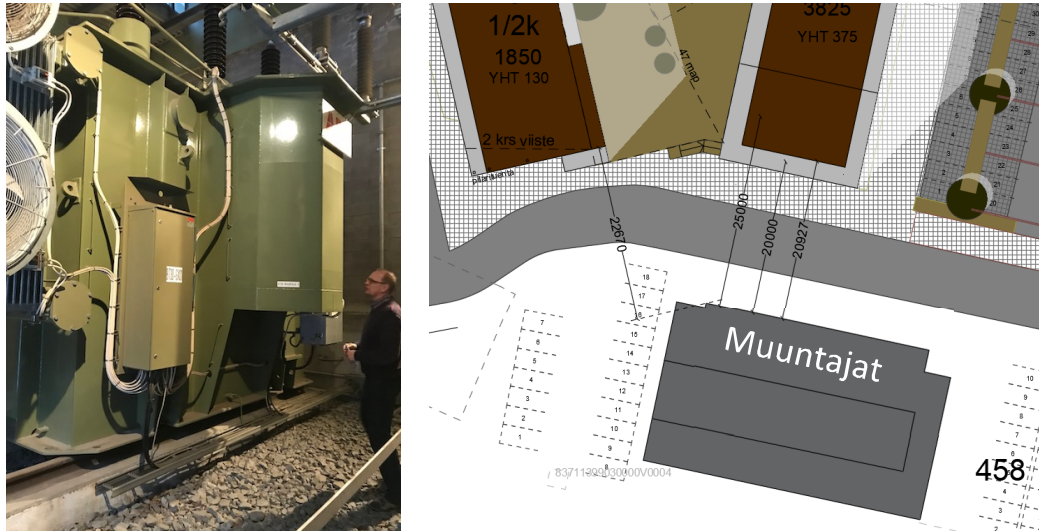
Kuva 12. Maksimietäisyydet ylipaineelle 5 kPa eri tapauksissa.

Taulukko 3. Maksimietäisyydet, joissa ylipaine 5 kPa esiintyi.

Räjähdysenergiasta absorboituu turvarakenteisiin	Maksimietäisyys, jossa 5 kPa:n ylipaine esiintyi (pieniä vaurioita rakenteille, vammautumisen riski)
0 %	24,1 m
25 %	22,0 m
50 %	19,0 m
75 %	15,1 m

3.6 Sähköaseman öljymuuntajien tulipalo

Voimakadun sähköasemalla on kolme öljyeristeistä muuntajaa, joiden öljytilavuus on alle 20 000 litraa [11]. Muuntajarakennus on noin 23 metrin etäisyydellä nykyisistä rakennuksista ja ne tulevat olemaan noin 20 metrin etäisyydellä uusista asuinrakennuksista (Kuva 13).



Kuva 13. Voimakadun sähköaseman muuntajat.

Sähköstandardissa SFS 6001 [12] on esitetty turvaetäisyyksiä öljymuuntajien sijoittamiselle. Etäisyysvaatimus tarkasteltavilla muuntajilla on 10 m (joka on suurempi kuin rakennusmääräysten normaali 8 metrin vaatimus) normaaleihin (ei-palonkestäviin) rakennuspintoihin. Lähimpien rakennusten etäisyys on siis kaksinkertainen mitä standardissa esitetty minimivaatimus, joten muuntajien tulipaloa ei voida pitää uhkana alueen turvallisuudelle.

Taulukko 4. Ulosasennettavien muuntajien etäisyysvaatimukset [12].

Muuntajatyyppi	Nestemäärä [L]	Etäisyys toisiin muuntajiin ja palonkestäviin rakennuspintoihin	Etäisyys syttyviin rakennuspintoihin
Öljyeristeiset muuntajat (O)	200 < ... < 2000	3 m*	8 m
	2 000 ≤ ... < 20 000	5 m*	10 m
	20 000 ≤ ... < 45 000	10 m	20 m
	≥ 45 000	15 m	30 m

*Rakentamismääräysten mukaisia etäisyyksiä on kuitenkin noudatettava.

4 YHTEENVETO

Tämä raportissa käsiteltiin Ratinan lämpökeskuksen, sen öljysäiliön ja sähköaseman aiheuttamaa vaaraa ympäröivälle alueelle ja rakennuksille. Raportti on yhteenveto vanhoista ja uusista selvityksistä. Vaaran arvioinnin päivitys tehdään Voimakadun asemakaavamuutoksen vuoksi, jonka yhteydessä lämpökeskuksen naapuritontille kaavoitetaan uusia asuinkerrostaloja.

Tarkasteluissa otettiin kantaan seuraaviin uhkakuviin:

- Öljysäiliön tulipalon lämpösäteily
- Vaarallisten aineiden kuljetukset ja vuotavan säiliöauton lämpösäteily
- Tulipalojen savukaasujen myrkyllisyys ja noen vaikutus näkyvyyteen
- Öljysäiliön kaasuräjähdykset
- Lämpökeskuksen kattilaräjähdykset
- Sähköaseman öljymuuntajien tulipalo

Tarkastelujen tulosten perusteella uhkakuvien muodostamia vaaroja voidaan pitää kokonaisuutena hallittuina. Näkyvyydestä tarkastelujen tulosten perusteella kovalla tuulella vuotavan säiliöauton tulipalo saattaa kuitenkin haitata naapurirakennusten poistumisovien käyttöä. Näkyvyyden menetyksestä muodostuva uhka olemassa oleville toimistorakennukselle on vähäinen, mutta on suositeltavaa, ettei lähimmäksi säiliötä tuleviin uusiin asuinrakennuksiin suunniteltaisi porrashuoneita, joista ainoa poistumisovi olisi säiliön suuntaan (vain itä suuntaan, ks. Kuva 10).

Tampereella 5.2.2021

PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO MARKKU KAURIALA Oy

Laatinut:



Timo Jokinen
DI, Rakennetekniikka
Johtava asiantuntija /
Paloturvallisuussuunnittelija

Tarkastanut:



Risto Ranua
DI, Rakennetekniikka
Paloturvallisuussuunnittelija



Päivi Myllylä
Aluejohtaja
FISE PV-paloturvallisuussuunnittelija
TKL, Rakennustekniikka

PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO MARKKU KAURIALA Oy

KIRJALLISUUSLÄHTEET

- [1] Palotekninen Insinööritoimisto Markku Kauriala Oy. 2014. Ratinan lämpökeskus, Tampere. Öljysäiliö- ja allaspalon lämpösäteily ja siihen liittyviä uhkia. 30.5.2014.
- [2] Palotekninen Insinööritoimisto Markku Kauriala Oy. 2014. Päivitys raporttiin: Ratinan lämpökeskus, Tampere. Öljysäiliö- ja allaspalon lämpösäteily ja siihen liittyviä uhkia. 7.11.2014.
- [3] Palotekninen Insinööritoimisto Markku Kauriala Oy. 2014. Ratinan lämpökeskus, Tampere. Tulipesäräjähdyksen aiheuttaman vaaran arviointi. 30.5.2014.
- [4] Palotekninen Insinööritoimisto Markku Kauriala Oy. 2021. Ratinan lämpökeskus, Tampere. Öljysäiliön palosimuloinnit. 3.2.2021.
- [5] Neste. 2018. SAFETY DATA SHEET. Heavy fuel oil 40...420, low sulphur grade; Neste heavy fuel oil LS 40...LS 420 (PORL40,...,PORL420, PORLS40...PORLS420); PORLSW, https://www.neste.fi/static/ktt/14358_eng.pdf
- [6] Neste. 2019. SAFETY DATA SHEET. Neste Tempera Non-Road Diesel; Neste Pro Non-Road Diesel; MGODMA; DMA Barge https://www.neste.fi/static/ktt/13779_eng.pdf
- [7] Liikenne- ja viestintävirasto. 2019. Liikenne- ja viestintäviraston määräys (VAK-tie 2019): Vaarallisten aineiden kuljetus tiellä, TRAFICOM/82133/03.04.03.00/2019
- [8] Väylävirasto. 2021. Digiroad-aineisto. <https://vayla.fi/vaylista/aineistot/digiroad>
- [9] Tukes. 2015. Tuotantolaitosten sijoittaminen. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES.
- [10] Yu, Q., Jiang, J.C. 2017. Temperature and the diffusion and explosion limit of diesel vapor cloud. *Petroleum Science and Technology*, 35:4, 339-405, <http://dx.doi.org/10.1080/10916466.2016.1263207>
- [11] Muistio. 26.1.2018. Pelastuslaitoksen ja sähkölaitoksen tapaaminen. Laatija Pasi Rintamäki, YIT.
- [12] SFS 6001. 2018. Suurjännitesähköasennukset. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.