



28. HUHTIKUUTA 2020

Tampereen kaupunki
Kaupunkiympäristön palvelualue
Asemakaavoitus
raija.mikkola@tampere.fi

HAKAMETSÄN LÄMPÖKESKUKSEN
VAARANARVIOINTISELVITYS
ASEMAKAAVOITUSTA VARTEN
HAKAMETSÄN ASEMAKAAVA NRO 8792, TAMPERE

ID 5 105 254



ENWIN OY, 2020

Kivipöytälanakuja 2

33920 Pirkkala

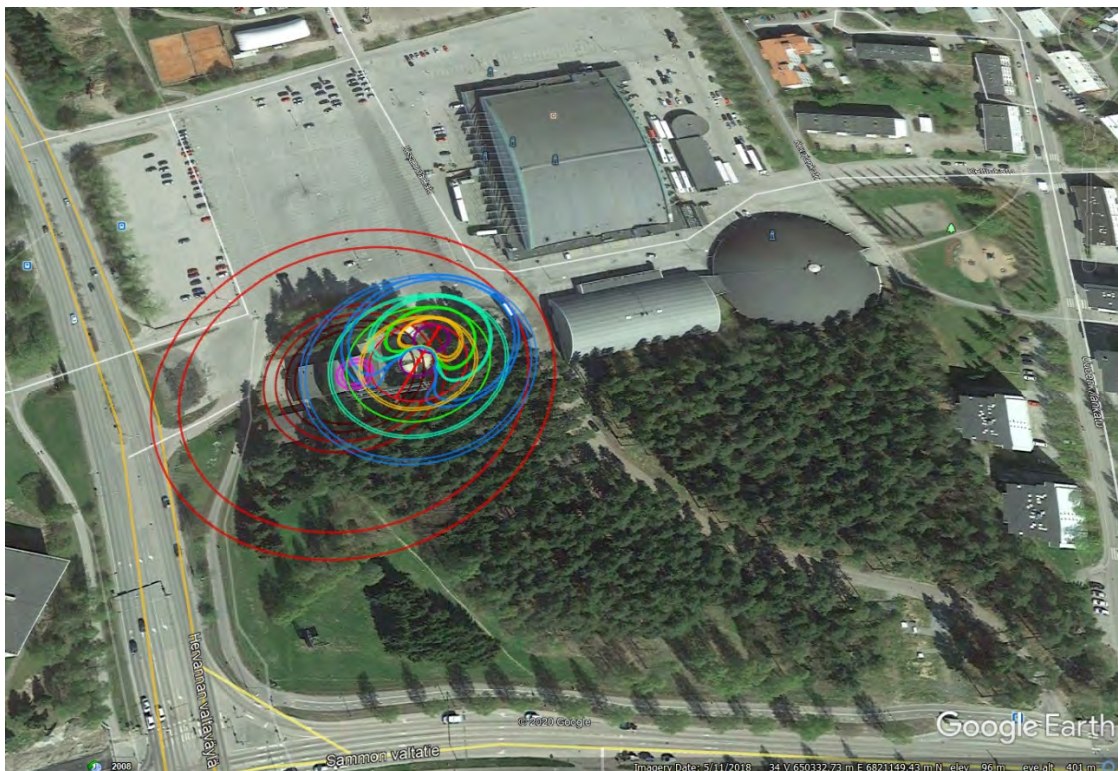
www.enwin.fi

TIIVISTELMÄ

Vaaranarviointi -selvityksessä arvioitiin Hakametsän lämpökeskuksessa mahdollisesti tapahtuvien onnettomuusskenaarioiden seuraukset ns. kemikaaliturvallisuusasetuksen (VNA 856/2012) tuotantolaitoksen sijoitusta koskevien periaatteiden mukaisesti (856/2012 Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista.)

Työssä mallinnettiin kaksi Hakametsän lämpökeskuksen onnettomuusskenaariota: öljysäiliöpalo ja tulipesäräjähdykset. Arvioitujen onnettomuuksien todennäköisyydet ovat pieniä, mutta niiden mahdollisuutta ei kokonaan voida sulkea pois. Kattilalaitoksen ympäristöriskit ja suojaetäisyydet tulee huomioida asemakaavoitusta uudistettaessa ja mm. asuinrakennuksia ja herkkiä kohteita sijoitettaessa. Tarvittavat suojaetäisyytlaskennat ja mallinnukset onnettomuusskenaarioista tehtiin standardin SFS 3350:2016, TUKESin ohjeistusten ja Yellow Book CPR14E periaatteiden mukaisesti.

Tässä mallinnettiin Hakametsän lämpökeskuksen öljysäiliöpalo ja tulipesäräjähdykset. Molemmat onnettomuusskenaariot ovat epätodennäköisiä tapahtumia, mutta periaatteessa mahdollisia. Kuvassa alla kaikkien onnettomuusskenaarioiden suojaetäisyydet on piirretty samaan kuvaan (öljysäiliön tulipalon lämpösäteilyn intensiteetin sekä tulipesäräjähdyksen ylipainevaikutusten suojaetäisyydet).



Yhteenvetona vaaranarviointimallinnuksista:

- Mallinnuksiin perustuen Hakametsän lämpökeskuksen suojaetäisyydeksi uudessa asemakaavassa suositellaan 77 metriä. Etäisyys lasketaan kattilarakennuksen keskeltä. Mallinnuksissa sekä tulipesäräjähdyksen painevaikutusten että säiliön tulipalon lämpösäteilyn suojaetäisyydet jäävät tälle alueelle.
- Kerrostaloja tai herkkiä kohteita ei suositella rakennettavaksi tätä lähemmäs laitosta.
- Lämpökeskuksen eteläpuolella voidaan säilyttää esim. nykyinen metsäinen virkistysalue, koska onnettomuusskenaarioiden aiheuttama haitta olisi lyhytaikainen.
- Sekä tulipesäräjähdyksen että säiliön tulipalon todennäköisyys on Hakametsän lämpökeskuksessa hyvin pieni, mm. laitoksella käytössä olevan turvallisuustekniikka ja automaatio huomioiden.

Sisältö

TIIVISTELMÄ	1
1. Johdanto	3
2. Viranomaisohjeistukset vaaran huomioimiseksi maankäytössä	3
3. Hakametsän lämpökeskus	4
3.1 Kevyen polttoöljyn varasto	6
3.2 Kevyen polttoöljyn ominaisuuksista	7
4. Työssä arvioidut onnettomuustilanteet	8
5. Lämpösäteily, vaikutusarviointi ja huomioiminen asemakaavassa	9
5.1 Öljysäiliön ja sen suoja-altaan tulipalo	10
5.2 Tulipalon vaikutusarviointi ja huomioiminen asemakaavassa	13
6. Painevaikutukset, vaikutusarviointi ja huomioiminen asemakaavassa	13
6.1 Tulipesäräjähdykset	15
6.2 Tulipesäräjähdyksen vaikutusarviointi ja huomioiminen asemakaavassa	17
7. Yhteenveto.....	18

Copyrights2020©ENWIN OY

1. Johdanto

Vaaranarviointi -selvityksessä arvioidaan Hakametsän lämpökeskuksessa mahdollisten tapahtuvien onnettomuuksien seuraukset ns. *kemikaaliturvallisuusasetuksessa (VNA 856/2012)* tuotantolaitoksen sijoitusta koskevien periaatteiden mukaisesti (*856/2012 Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista.*) Asetus täydentää kemikaaliturvallisuuslain määräyksiä. Asetuksen mukaan on huomioitava terveysvaikutukset (so. vaikutukset ihmisiin), ympäristövaikutukset, vaikutukset pohjaveteen ja vaikutukset infrastruktuuriin.

Työssä esitetään suositukset suojaetäisyyksistä uusiin kerrostaloihin ja ns. herkkiin kohteisiin ja karttaesitys onnettomuusvaikutusalueista. Tarvittavat suojaetäisyysslaskennat onnettomuusskenaarioista tehdään standardia SFS 3350:2016 noudattaen. Lämpökeskuksen vaaranarviointiselvityksen sisältö noudattaa TUKESin ohjeistuksia tuotantolaitosten sijoittelusta ja suojaetäisyyksien määrittämisestä.

Työssä mallinnetaan kaksi Hakametsän lämpökeskuksen onnettomuusskenaariota: öljysäiliöpalo ja tulipesäräjähdyks. Arvioidut onnettomuudet ovat hyvin epätodennäköisiä tapahtumia, mutta niiden ympäristöriskit ja suojaetäisyydet on huomioitava kaavoitusta uudistettaessa ja mm. asuinrakennuksia ja herkkiä kohteita sijoitettaessa. Työssä mallinnetaan tulipalon aiheuttaman lämpösäteilyn ja tulipesäräjähdyksen aiheuttaman paineaallon vaikutukset ympäristössä. Vaaranarviointiselvityksen perusteella annetaan suosituksia lämpökeskuksen ja sen aiheuttamien riskien huomioon ottamiseksi Hakametsän asemakaavaa uudistettaessa.

Työn on tilannut Tampereen kaupunki, asemakaavoitus. Lämpökeskuksen tiedot on saatu Tampereen Sähkölaitokselta. Selvityksen vastuuhenkilönä Enwin Oy:ssä on toiminut TkL, FM Tarja Tamminen.

2. Viranomaisohjeistukset vaaran huomioimiseksi maankäytössä

Kemikaaliturvallisuusasetuksen VNA 856/2012 pykälissä 8-11 § on esitetty tuotantolaitoksen sijoitusta koskevat periaatteet, joiden mukaan tulee huomioida tuotantolaitoksen terveys- ja ympäristövaikutukset, vaikutukset pohjaveteen ja infrastruktuuriin. (*856/2012 Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista.*)

TUKESin *Tuotantolaitosten sijoittaminen*-opas (2015) on tarkoitettu uuden kemikaaleja käsittelevän laitoksen sijoittamisarvioinnin tueksi täyttämään kemikaaliturvallisuusasetuksen (VNA 856/2012) vaatimukset. Opas ohjeistaa minkälaisia onnettomuusskenaarioita tuotantolaitosten ympäröiviä alueita arvioitaessa käytetään ja millaisia ovat sallitut onnettomuusvaikutukset eri maankäyttömuodoille.

Opasta suositellaan käytettäväksi myös jo olemassa olevien laitoksen ulkopuolella tapahtuvaan kaavoitukseen tai rakentamiseen liittyvissä riskienarvioinneissa. Tällöin skenaariovalinnoissa voidaan huomioida jo toimivan laitoksen pahimpien mahdollisten onnettomuuksien realistisuutta. Toiminnassa olevissa laitoksissa on jo toimivaa turvallisuustekniikkaa käytössä ja onnettomuuksien riskiä on jo aiemminkin jouduttu arvioimaan. Käytännön työssä voidaan tarkastella esimerkiksi pahinta realistisesti mahdollista skenaariota.

Kemikaaliturvallisuusasetuksen 4 § mukaan tuotantolaitoksen sijoituksessa muuhun toimintaan nähden on otettava huomioon:

1. Tuotantolaitoksessa mahdollisesti tapahtuvien onnettomuuksien vaikutukset sen ympäristössä sekä näiden onnettomuuksien ajallinen kehittyminen;
2. Onnettomuuden kohteeksi joutuvien ihmisten mahdollisuudet suojautumiseen tai alueelta poistumiseen;
3. Onnettomuuden leviämiseen ja kulkuun vaikuttavat seikat, kuten vesistöt ja viemärit, maastonmuodot, maaperän laatu, ilmasto-olosuhteet ja rakennukset;
4. Tuotantolaitoksen käytössä olevat järjestelmät, menetelmät tai tekniset tekijät ja laitteet onnettomuuksien ehkäisemiseksi ja rajoittamiseksi.

Etäisyyden tulee olla riittävä erityisesti sellaisiin kohteisiin, joissa voi olla ihmisiä. Mitä herkemmistä tai vaikeammin onnettomuustilanteessa tyhjennettävistä kohteista (sairaalat, päiväkotit, koulu jne.) on kyse, sitä kauempana niiden tulee olla vaarallisista laitoksista. (Lähde: *Tuotantolaitoksen sijoittaminen TUKES-opas, 2015*)

Oppaassa esitettyjen menettelyiden lisäksi sijoituksessa on otettava huomioon muissa säädöksissä mainitut minimietäisyydet. Maankäyttö- ja rakennuslain (MRL; 132/1999) 9 § mukaan kaavojen tulee yleisesti perustua riittäviin selvityksiin. Esimerkiksi asemakaavan sisältövaatimuksissa esitetään, että "asemakaava on laadittava siten, että luodaan edellytykset terveelliselle, turvalliselle ja viihtyisälle elinympäristölle, palvelujen alueelliselle saatavuudelle ja liikenteen järjestämiselle." Maankäyttö- ja rakennusasetuksen (895/1999) mukaan palovaarallinen rakennus tulee sijoittaa vähintään 15 metriä toisen omistamasta tai hallitsemasta maasta ja vähintään 20 metriä toisen omistamalla tai hallitsemalla maalla olevasta rakennuksesta.

Oppaassa on esitetty onnettomuusskenaarioita, joita tulee arvioida kattilalaitoksilla, joilla varastoidaan esim. merkittävä määrä polttoöljyä. Näillä kattilalaitoksilla valitaan onnettomuusskenaarioksi polttoainesäiliön ja sen vallitilan palo. Toisena skenaariona voidaan valita paineaallon mallintaminen, jossa lähtökohdaksi valitaan esimerkiksi höyrykattilasta lähtevän höyryputken rikkoontuminen tai vastaava tapahtuma voimalaitoksen rakenteen ja toiminnan mukaisesti.

3. Hakametsän lämpökeskus

Hakametsän lämpökeskus sijaitsee Tampereella, osoitteessa Hervannan valtavyylä 61. Kiinteistötunnus on 837-133-875-6. Kantakaupungin yleiskaavassa (vahvistettu ympäristöministeriössä 12.12.2000 ja 14.2.2003) alue on osoitettu yhdyskuntateknisen huollon alueeksi (ET).

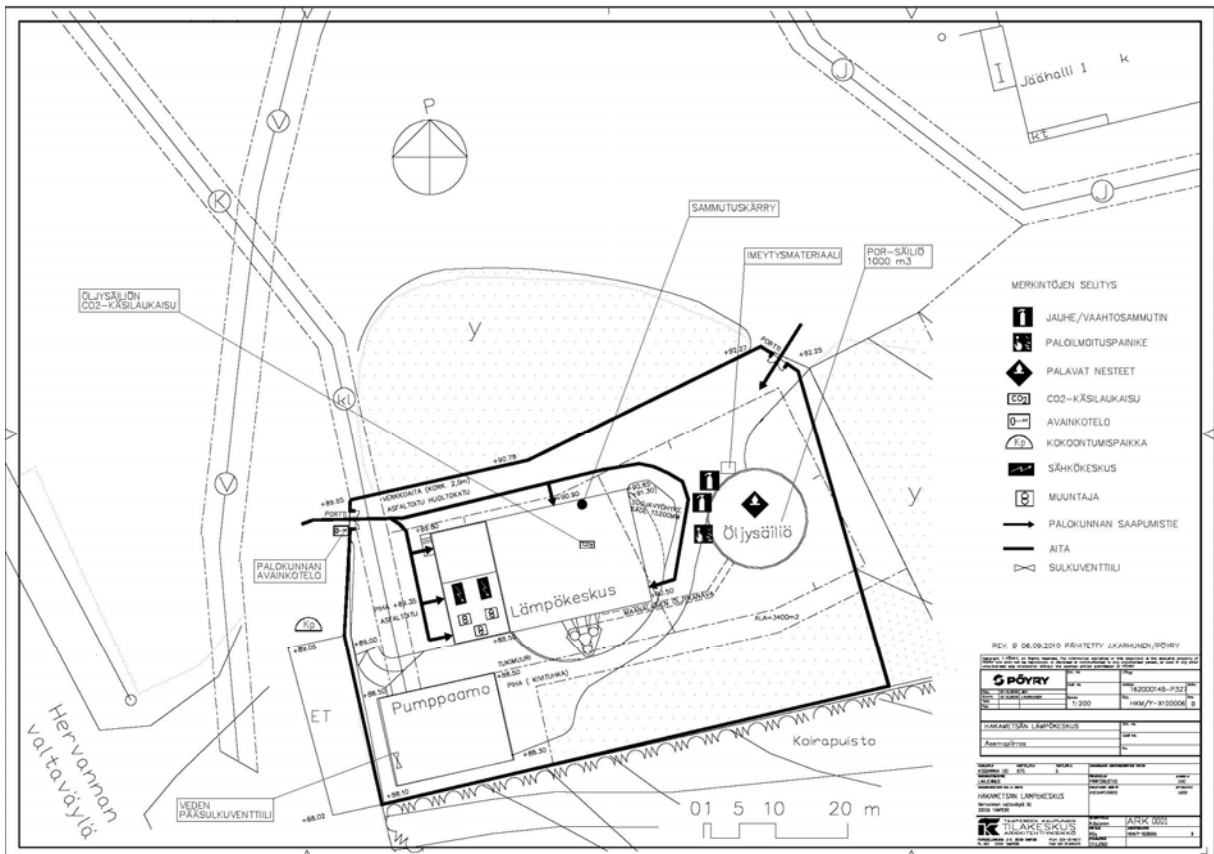
Hakametsän lämpökeskuksen pohjois- ja länsipuolella on urheilutoimintaa palvelevien rakennusten korttelialuetta (nykyinen Hakametsän jäähalli ja harjoitushallit). Eteläpuolella on Hakametsän lähivirkistysalue, mm. koirapuisto. Länsipuolella on Hervannan valtavyylä sekä liikerakennusten korttelialuetta. Nykytilanteessa lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat noin 240 metrin etäisyydellä ja jäähalli noin 80 metrin etäisyydellä lämpökeskuksesta.

Kuvassa 1 on Hakametsän lämpökeskus ilmakuvassa ja kuvassa 2 on laitoksen asemapiirros.

28.4.2020



Kuva 1. Hakametsän lämpökeskus (kuva: Oskari-karttapalvelu).



Kuva 2. Asemapiirros

28.4.2020

Hakametsän lämpökeskus toimii kaukolämmön vara- ja huippukuormalaitoksena tuottaen lämpöä Tampereen alueen kaukolämpöverkkoon. Hakametsän lämpökeskus koostuu kolmesta lämminvesikattilasta (3 x 40 MW), joilla jokaisella on oma 70 metriä korkea piippu. Lämpökeskuksen normaalitoiminnan savukaasupäästöjen leviämisestä tehtiin erillinen leviämismallinnus ja vaikutusarviointi (Enwin Oy, 27.4.2020).

Lämpökeskusta käytetään ja valvotaan kauko-ohjattuna kaukolämpötoiminnan Ratinan keskusvalvomosta. Paikalliskäyttö on myös mahdollista. Hälytykset saadaan erikseen määritellyistä kohteista. Hälytyskohteiksi on valittu prosessin kannalta oleellisia tietoja sekä ympäristönsuojelun kannalta tärkeitä mittausarvojen ylityksiä tai alituksia. Laitoksella on voimassa oleva ympäristölupapäätös (6.10.2015, LSSAVI/5688/2014).

3.1 Kevyen polttoöljyn varasto

Lämpökeskuksen polttoaineena on kevytpolttoöljy (POK), jonka käyttöön on siirrytty vuonna 2018. Aiemmin laitos käytti polttoaineenaan raskasta polttoöljyä. Laitoksen ympäristölupapäätöksen (6.10.2015, LSSAVI/5688/2014) mukaan kattiloiden ympäristönsuojeluvaatimuksissa noudatetaan ns. *PIPO*-asetusta, joka on korvattu keskisuurten kattiloiden ns. *MCP*-asetuksella (*VNA 1095/2017 Valtioneuvoston asetus keskisuurten energiantuotantoyksiköiden ja -laitosten ympäristönsuojeluvaatimuksista*). Lämpökeskus on huippu- ja varavoimalaitos, jossa kunkin energiantuotantoyksikön käyntiaika saa olla enintään 1500 h/a viiden vuoden liukuvana keskiarvona. Laitos on kaukovalvonnassa.

Hakametsän lämpökeskuksen kevytpolttoöljy on terässäiliössä, joka on sijoitettu suoja-altaaseen. Öljysäiliö sijaitsee kattilarakennuksen itäpuolella. Öljysäiliön tilavuus on 1000 m³ (korkeus 10 m ja halkaisija 11.3 m). Säiliö on varustettu suoja-altaalla, joka on säiliön ympärillä ja sen korkeus on likimain sama kuin öljysäiliön korkeus. Suoja-altaan ja öljysäiliön kokonaishalkaisija on n. 14 metriä, jolloin säiliön ja suoja-altaan väliin jää n. 1.4 metrin välitila (kuva 3). Säiliö on varustettu normaalilla turvallisuustekniikalla, mm. ylitäytönestimellä ja CO₂-sammutusjärjestelmällä. Suoja-altaaseen kertynyt vesi johdetaan ennen viemäriä öljynerottimeen, joka on varustettu öljytilan täyttymisestä ilmoittavalla hälytysjärjestelmällä.

Öljysäiliön pohjoispuolella on säiliön täyttöalue, joka on asfaltoitu. Täyttöpaikan allastus on uusittu siten, että se täyttää kemikaaliturvallisuusasetuksen (VNA 856/2012) vaatimukset. Öljysäiliöltä kevytöljy pumpataan kattiloille maanalaista öljykanavaa myöten (ks. kuva 2).



Kuva 3. Hakametsän lämpökeskuksen kevytöljysäiliö ja säiliön täyttöalue.

3.2 Kevyen polttoöljyn ominaisuuksista

Kevyt polttoöljy on maaöljyn keskitisleiden ja lisäaineiden seos, joka sisältää 50 - 100 % polttoöljyä no. 2 ja 0 - 50 % polttoöljyä no. 4. Kevyt polttoöljy on punaiseksi värjättyä nestettä, jolla on selvä bensiininomainen haju. Kevyt polttoöljy ei ole reaktiivista.

Ns. CLP-asetuksen mukaiset varoitusmerkit (EY N:o 1272/2008) kevytöljylle:
Huomiosana: VAROITUS



Esimerkki valmistajien kevyelle polttoöljylle antamista varoitusmerkinnöistä:

Huomiosana: VAARA



Kevyt polttoöljy on palava neste, joka voi syttyä lämmön, kipinöiden ja liekkien vaikutuksesta (Flam.Liq 3, H226 Syttyvä neste ja höyry). Öljysumu syttyy kaikissa lämpötiloissa. Kevyen polttoöljyn leimahduspiste on vähintään +56 °C, tyyppillisesti +70-+85 °C. Lämpimästä kevyestä polttoöljystä haihtuva höyry muodostaa ilman kanssa syttyvän seoksen. Kevytöljy palaa pääosin hiilidioksidiksi ja vedeksi, lisäksi muodostuu mm. typen oksideja ja hiukkasia ja vähäisessä määrin rikkidioksidia. Tulipaloissa epätäydellisen palamisen seurauksena muodostuu enemmän myös hiilimonoksidia ja nokea.

Öljypalojen sammutukseen voidaan käyttää sammutusvaahtoa, hiilidioksidia tai jauhetta. Öljypaloa ei voi sammuttaa vedellä. Lahirakennuksia tai muita säiliöitä voidaan kuitenkin jäähdyttää vedellä riittävältä turvaetäisyydeltä käsin. Kevyen polttoöljyn säiliö voi repeytyä tulipalon kuumentamana.

Kevyttä polttoöljyä ei saa huuhtoa viemäriin, maastoon eikä vesistöön. Pienet määrät imeytetään imeytysaineeseen, joka kerätään kannellisiin, merkittyihin astioihin. Suurissa vuotoissa padottu kevyt polttoöljy pumpataan säiliöön. Saastunut maa tulee kuoria. Kevyen polttoöljyn leviäminen vesistöissä estetään öljyvuomeilla.

Kevytöljy haihtuu hitaasti maan ja veden pinnalta. Se on veteen niukkaliukoinen. Kevyt polttoöljy voi läpäistä maaperän ja kulkeutua pohjaveden pinnalle. Osa hiilivedyistä voi adsorboitua maaperän tai sedimentin orgaaniseen aineeseen. Öljy on myrkyllistä vesieläimille.

Lähteet:

OVA-ohje: Kevyt polttoöljy, 6.11.2017 Työterveyslaitos

Neste Oil: Käyttöturvallisuustiedote 1.1.2019 (13779.pdf)

4. Työssä arvioidut onnettomuustilanteet

Tässä selvityksessä esitetyt onnettomuusskenaariot on valittu toiminnanharjoittajan ja pelastusviranomaisen kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta. Skenaariot pohjautuvat TUKESin ohjeeseen *Tuotantolaitoksen sijoittaminen*¹ ja siinä esitettyihin kattilalaitosten onnettomuustilanteisiin. Onnettomuuksien todennäköisyydet ovat pieniä, mutta onnettomuuden mahdollisuutta ei kokonaan voida sulkea pois.

Hakametsän lämpökeskus tuottaa kolmella kuumavesikattilalla lämmintä vettä kaukolämpöverkkoon. Kattilalaitos ei tuota sähköä eikä siellä näin ollen ole kattilan ulkopuolisia höyryputkistoja. Lämpösäteilyn suojaetäisyydystarkasteluun valittiin öljysäiliön ja sen suoja-altaan tulipalo. Toisena onnettomuusskenaariona arvioitiin kattilan tulipesäräjähdyistä ja siitä aiheutuvan paineaallon vaikutuksia.

Kevyt polttoöljy on luokiteltu palavaksi nesteeksi, joka syttyäkseen tarvitsee ulkoisen sytytinlähteen (lämpö, kipinä, liekki). Kevytöljy palaa pinnalta höyrystyen. Kevyestä polttoöljystä haihtuva höyry voi muodostaa ilman kanssa syttyvän seoksen.

Selvityksessä on huomioitu myös standardi *SFS 3350:2016 Palavien nestemäisten kemikaalien varastopaikka ja siellä olevat kemikaalien käsittelypaikat* ja TUKESin julkaisu "*Vaarallisten kemikaalien varastointi 2015*".²

1) Lämpösäteily - Öljysäiliön ja sen suoja-altaan tulipalotilanne

- Lämpösäteilyn suojaetäisyydet mallinnetaan lämpösäteilyintensiteetin rajoille 8, 5, 3 ja 1.5 kW/m².
- arvioidaan tulipalon vaikutuksia lähiasukkaille, erilaisille asukasryhmille, virkistysalueille, liikuntapaikoille ja infralle

2) Paineaallot - Kattilan tulipesäräjähdyks

- arvioidaan tulipesäräjähdyksen mahdollisuutta ja siitä aiheutuvia ylipainevaikutuksia
- arvioidaan tulipesäräjähdyksen vaikutuksia lähiasukkaille, erilaisille asukasryhmille, virkistysalueille, liikuntapaikoille ja infralle

Mallinnukset tehtiin *Yellow Book CPR 14E (3rd 1997 second revised print 2005)* periaatteiden mukaisesti – *Methods for the calculation of physical effects – due to releases of hazardous materials (liquids and gases)*. Mallinnukset on tehty kevytöljyn pääkomponenttien ominaisuudet huomioiden. Työssä on huomioitu seuraavat sääolosuhteet: tuuli lounaasta 3-5 m/s, +10 °C lämpötila ja puolipilvinen sää, stabiilisuusluokka D. Tuulen suunta voi vaihdella, joten suojaetäisyydystarkastelussa huomioidaan lopuksi kaikki tuulensuunnat. Tampereella lounaistuuli on vallitseva tuulensuunta.

¹ Tuotantolaitoksen sijoittaminen-opas TUKES, 2015

² Vaarallisten kemikaalien varastointi -opas, TUKES 2015

5. Lämpösäteily, vaikutusarviointi ja huomioiminen asemakaavassa

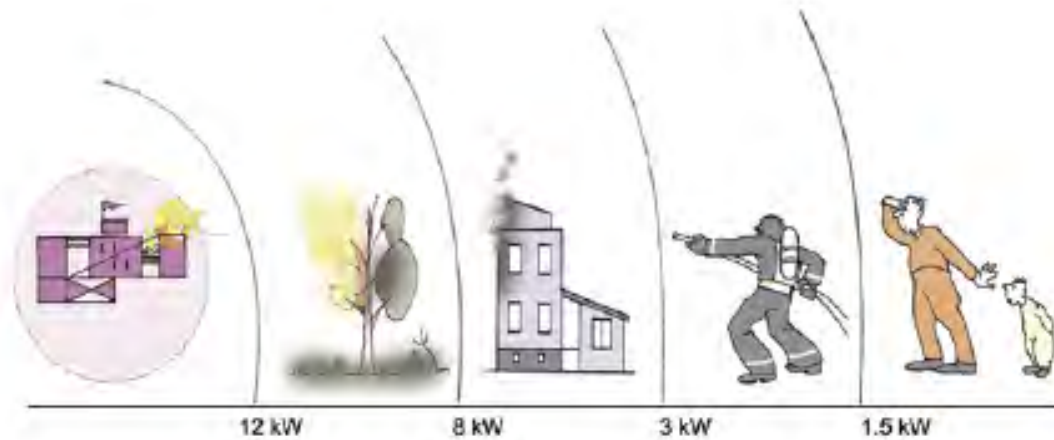
Tuotantolaitosta sijoitettaessa lämpösäteilyä koskevat vaatimukset esitetään kemikaaliturvallisuusasetuksen 6 §:ssä. (*Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista 20.12.2012/856*). Sen mukaan tuotantolaitos on sijoitettava sitä ympäröiviin rakennus- ja muihin kohteisiin nähden siten, ettei tuotantolaitoksessa tapahtuvasta onnettomuudesta aiheudu taulukossa 1 esitettyjä lämpösäteilyvaikutuksia tuotantolaitoksen ulkopuolella oleviin kohteisiin.

Taulukko 1. Tuotantolaitoksen onnettomuudesta aiheutuvien lämpösäteilyvaikutusten kriteerit ulkopuolisiin kohteisiin / Tukes, Tuotantolaitoksen sijoittaminen, 2015/	
1. rakennukset, laitteistot, rakenteet tai muut paloa levittävät kohteet voivat syttyä	1. Asetuksen kohdan 1 tarkoittamaksi suunnittelun lähtökohdaksi ulkopuolisiin kohteisiin nähden valitaan lämpösäteilyn intensiteetti 8 kW/m²
2. ihmisten suojautuminen tai poistuminen lämpösäteilyn vaikutusalueelta voi estyä rakennus- tai muissa kohteissa, joissa ihmisiä voi oleskella	2. Asetuksen kohdan 2 tarkoittamaksi suunnittelun lähtökohdaksi valitaan lämpösäteilyn intensiteetti 5 kW/m² . Poistumisteiden osalta lämpösäteilyn intensiteetiksi valitaan kuitenkin 3 kW/m² . Sijoituksessa tulee ottaa huomioon ihmisten määrä sekä heidän ennakoitavissa oleva mahdollisuutensa poistua lämpösäteilyn vaikutusalueelta.
3. voi aiheutua palovammoja ulkona oleville ihmisille kohteissa, joista poistuminen tai joiden tyhjentäminen voi onnettomuustilanteissa olla hidasta, kuten hoitolaitokset, majoitustilat, kokoontumis- ja liiketilat ja -alueet taikka tiheästi asutut asuinalueet.	3. Asetuksen kohdan 3 tarkoittamaksi suunnittelun lähtökohdaksi valitaan lämpösäteilyn intensiteetti 3 kW/m² . Suunnittelussa tulee ottaa huomioon henkilöiden määrä. Lisäksi sijoituksen tueksi voidaan laskea lämpösäteilyn intensiteetin arvo 1.5 kW/m² ja selvittää miten henkilöt ovat evakuoitavissa kyseisen lämpösäteilyintensiteettialueen ulkopuolelle.

Lämpösäteilyä arvioidaan lämpösäteilyn intensiteettiarvoilla kW/m². Tässä selvityksessä lämpösäteilyn vaikutuksia ja tarvittavia suojaetäisyyksiä on arvioitu yo. TUKESin ohjeiden mukaisesti (lämpösäteilyn intensiteetit 8, 5,3 ja 1.5 kW/m²).

Yli 8 kW/m² lämpösäteily saattaa sytyttää helposti syttyvät rakenteet, kuten lähellä kasvavat puut. Yli 5 kW/m² lämpösäteily voi estää suojautumisen. Lämpösäteilyn intensiteetti 3 kW/m³ mahdollistaa pelastustoimet ja 1.5 kW/m² on ns. "turvaraja". Kuvassa 4 on havainnollistettu lämpösäteilyn vaikutuksia.

28.4.2020



Kuva 4. Lämpösäteilyn vaikutuksia. (Lähde Tukes-ohje 2015).

5.1 Öljysäiliön ja sen suoja-altaan tulipalo

Öllyvaraston ja sen suoja-altaan tulipaloskenaariossa arvioitiin laitoksen täyden (n. 1000 m³) kevytöljysäiliön ja sitä ympäröivän suoja-altaan tulipalotilanne. Käytännössä tapahtuma on hyvin epätodennäköinen. Tulipalo voisi syttyä esim. sähkölaitteiden tai kunnossapitotöiden aiheuttamasta kipinästä, staattisen sähköön vaikutuksesta tai esim. salamaniskusta.

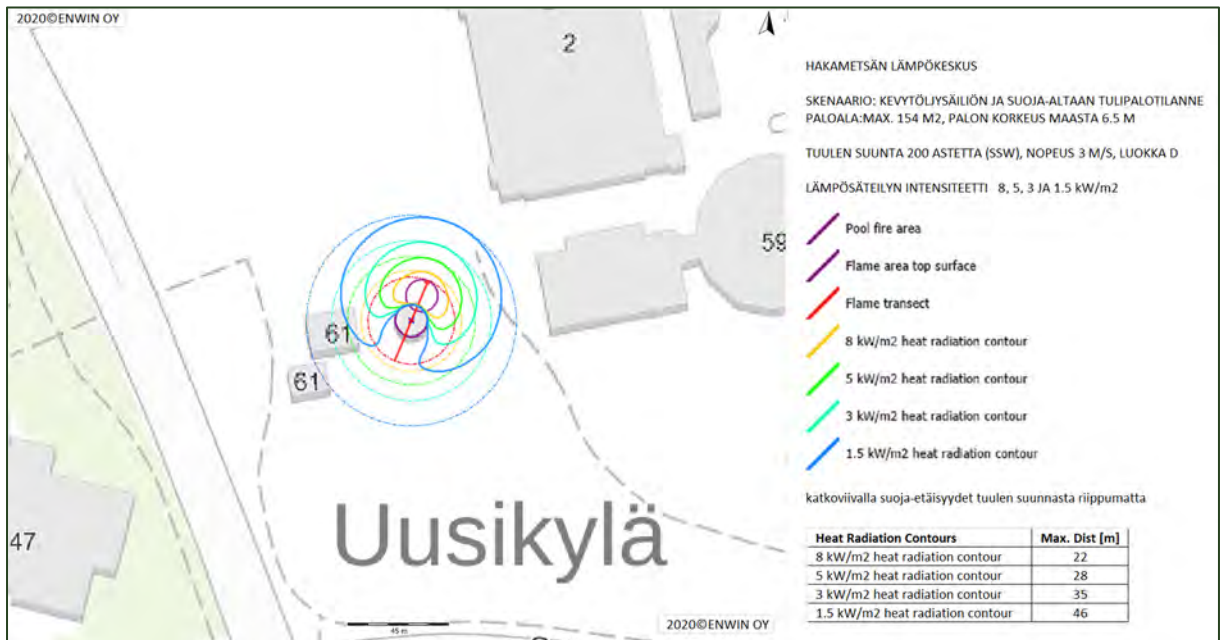
Hakametsän kevytöljysäiliö on vanha raskasöljysäiliö, jonka halkaisija on 11.3 m, korkeus 10 m ja tilavuus 1000 m³. Sitä ympäröi suoja-allas. Suoja-altaan ja säiliön välitila on n. 1.4 m. Suoja-altaan ja öljysäiliön yhteinen pinta-ala on 154 m² ja kokonaishalkaisija 14 m. Öljysäiliön vuodossa öljy leviäisi suoja-altaan ja säiliön koko pinta-alalle ja sen korkeus olisi 6.5 m. Kevytöljy palaa pinnalta höyrystyen. Tulipaloskenaariossa arvioidaan palo koko pinta-alalta 154 m² olettaen, että säiliön kansi olisi vaurioitunut tulipalon yhteydessä. Koko säiliön ja suoja-altaan pinta-alalle leviävä tuulipalo on kuitenkin hyvin epätodennäköinen tapahtuma. Laitokselle on asennettu öljysäiliön CO₂-sammuusjärjestelmä, joka voidaan laukaista kattilahuoneesta.

Öljysäiliön ja sen suoja-altaan tulipalosta aiheutuvat lämpösäteilyintensiteetin suojaetäisyydet on esitetty taulukossa 2 ja kartalla kuvissa 5 ja 6. Myös tuuliolosuhteet, savun ja noen muodostus sekä liekin turbulentsisuus vaikuttaa lämpösäteilyyn. Mallinuksissa tuulen nopeus oli 3-5 m/s ja tuulen suunta lounaasta, mikä näkyy liekin siirtymisenä säiliön koillispuolelle. Kuvissa 5 ja 6 suojaetäisyydet on esitetty myös tuulen suunnasta riippumatta katkoviivalla eri puolilla säiliötä. Kuvissa 7 ja 8 on esitetty palon vertikaalinen lämpösäteilyvaikutus molemmissa tuuliolosuhteissa 3 m/s ja 5 m/s eli tulipalo katsottuna sivusuunnasta.

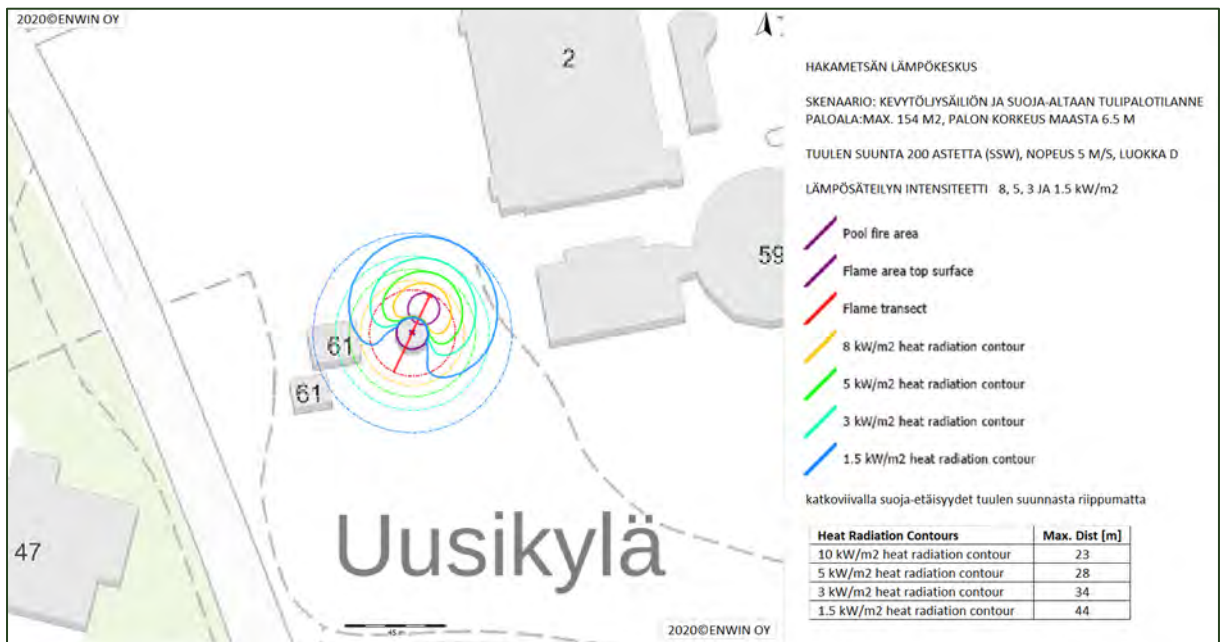
Taulukko 2. Öljysäiliön ja suoja-altaan tulipalon lämpösäteilyintensiteetin suojaetäisyydet maanpintatasossa noin 1.5 m korkeudella.

Sääolosuhteet	Tuuli 3-5 m/s suunta 200 °, puolipilvinen, stabiilisuusluokka D	
Lämpösäteilyintensiteetti	Max. etäisyys [m], kun tuuli 3 m/s	Max. etäisyys [m], kun tuuli 5 m/s
8 kW/m ²	23	22
5 kW/m ²	28	28
3 kW/m ²	35	34
1.5 kW/m ²	46	44

28.4.2020

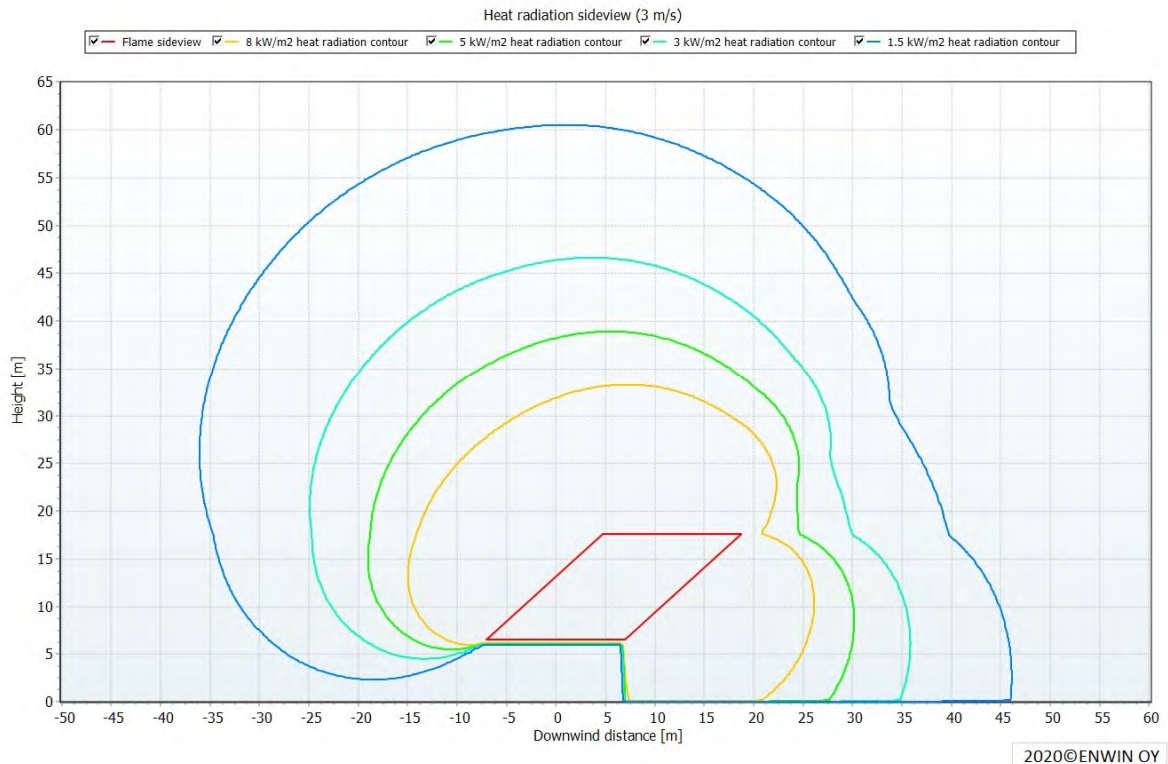


Kuva 5. Öljysäiliön ja suoja-altaan tulipalo, tuuli 3 m/s. Lämpösäteilyn intensiteetin suojaetäisyydet. (Oranssi 8 kW/m², vihreä 5 kW/m², turkoosi 3 kW/m² ja sininen 1.5 kW/m²). Tuuli lounaasta (5 m/s). Katkoviivalla suojaetäisyydet tuulen suunnasta riippumatta.

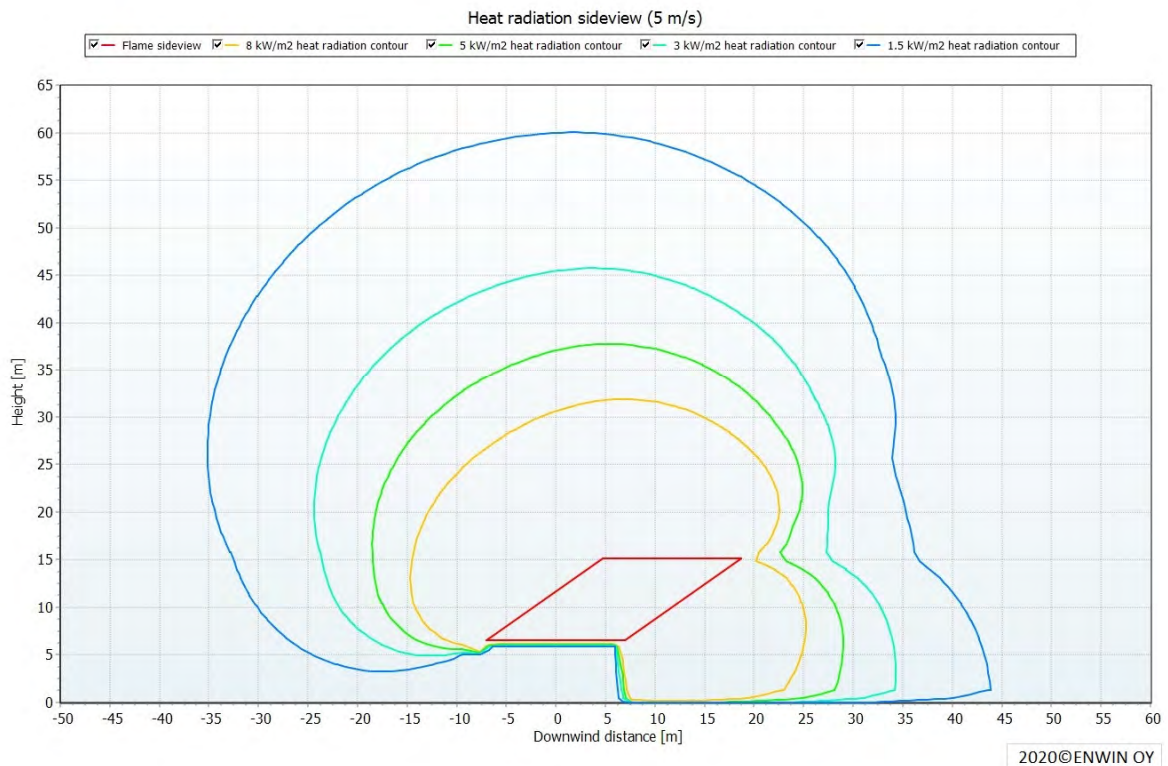


Kuva 6. Öljysäiliön ja suoja-altaan tulipalo, tuuli 5 m/s. Lämpösäteilyn intensiteetin suojaetäisyydet. (Oranssi 8 kW/m², vihreä 5 kW/m², turkoosi 3 kW/m² ja sininen 1.5 kW/m²). Tuuli lounaasta (5 m/s). Katkoviivalla suojaetäisyydet tuulen suunnasta riippumatta.

28.4.2020



Kuva 7. Tuuli 3 m/s. Säiliön tulipalon lämpösäteilyvaikutukset sivulta katsottuna ja vertikaalisesti ylöspäin paloalueelta. Tuulen alapuolella (downwind) vyöhykkeet ulottuvat maahan asti.



Kuva 8. Tuuli 5 m/s. Säiliön tulipalon lämpösäteilyvaikutukset sivulta katsottuna ja vertikaalisesti ylöspäin paloalueelta. Tuulen alapuolella vyöhykkeet ulottuvat maahan asti.

5.2 Tulipalon vaikutusarviointi ja huomioiminen asemakaavassa

Tulipalotilanteessa vaarana on mahdollisuus kevytöljysäiliön repeämiseen lämpötilan noustessa, jos tulipalooa ei saada hallintaan. Öljypalon sammutukseen tulee käyttää ensisijaisesti vaahtoa, hiilidioksidia tai jauhesammutusta. Laitoksella on säiliön CO₂-sammutusjärjestelmä. Lämpökeskusta lähellä oleva puusto voi edesauttaa tulipalon leviämistä onnettomuustilanteessa, jos puita kasvaa alle 25 m etäisyydellä säiliön keskipisteestä mitattuna (>8 kW/m²). Tämä näkyy erityisesti vertikaalissa mallinnuskuvissa (kuvat 7 ja 8). Tulen leviämistä muihin rakennuksiin mm. voimalaitosrakennukseen voidaan estää vesijäähdytyksellä turvaetäisyyden takaa. Öljyä tai palontorjunnan vesiä ei saa päästää viemäriin tai vesistöön. Laitos ei sijaitse pohjavesialueella.

Tulipalo aiheuttaa voimakasta savunmuodostusta öljyn epätäydellisten palamisolosuhteiden, tulen ja tuulen aiheuttaman turbulenssin seurauksena. Savukaasu sisältää nokea, hiilidioksidia, hiilimonoksidia ja mm. typenoksideja ja muita myrkyllisiä öljyn epätäydellisessä palamisessa muodostuvia yhdisteitä. Palokaasuilta tulee suojautua tuulen alapuolella ja siirtyä pois savukaasun suunnasta. Rakennuksissa pitää sulkea ilmanvaihto, ovet ja ikkunat.

Alueen asemakaavassa tulee huomioida lämpösäteilyn suojaetäisyydet öljysäiliön ympärillä. Minimissään hotellia, kerrostaloja tai herkkiä kohteita kuten päiväkotia tai senioritaloa tai niiden poistumisteitä ei pidä rakentaa alle 35 metrin etäisyydelle öljysäiliöstä. Tämä alue on lämpösäteilyintensiteetin 3 kW/m² suoja-alue. Pelastuslaitoksella tulee olla esteetön kulku laitosalueen läheisyyteen sammutustehtäviin. Mieluimmin rakentamatonta tilaa jätetään aina 45 metrin etäisyydelle asti, jotta Sport Campus -alueella liikkuvat voivat suojautua tulipalotilanteessa turvallisen lämpösäteilyn alueelle (< 1.5 kW/m²).

6. Painevaikutukset, vaikutusarviointi ja huomioiminen asemakaavassa

Tuotantolaitosta sijoitettaessa painevaikutuksia koskevat vaatimukset esitetään kemikaaliturvallisuusasetuksen 7 §:ssä. (*Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista 20.12.2012/856*). Sen mukaan tuotantolaitos on sijoitettava sitä ympäröiviin rakennus- ja muihin kohteisiin nähden siten, ettei tuotantolaitoksessa tapahtuvasta onnettomuudesta aiheudu sellaisia painevaikutuksia, että seurauksena voi olla:

1. **rakennusten tai rakenteiden sortuminen taikka vaurioita muiden tuotantolaitosten laitteistoihin, varastoihin tai muihin rakenteisiin siinä määrin, että onnettomuus voisi laajeta**
2. **pysyviä vammoja ihmisille alueella, jolla sijaitsee rakennuksia tai muita kohteita, joissa normaalisti voi olla ihmisiä**

Vaaroja arvioitaessa on otettava huomioon myös heitteistä aiheutuva vaara sekä rakenteiden sortumisesta tai rikkoontumisesta aiheutuvat vaarat. Räjähdysonnettomuus voi syntyä esimerkiksi kemiallisen reaktion, kaasun, pölyn, räjähdysaineen tai paineastian räjähdyksestä. Räjähdyksestä seuraa tavallisesti paineaalto ja usein myös heitteitä.

Paineaallon suuruuteen vaikuttavat räjähdyspaine, säiliön halkaisija ja tilavuus sekä sisällön ominaisuudet.

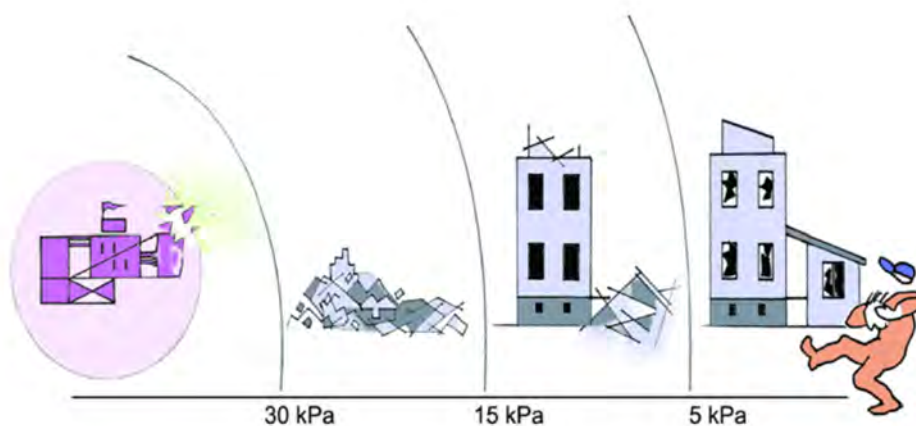
28.4.2020

Paineaalto osuu paikalle yllättäen ja leviää ympäristöön suhteellisen tasaisesti joka suuntaan. Vahingot riippuvat ylipaineen suuruudesta. Paineaallolta voi suojautua vain riittävän suuren etäisyyden avulla tai räjähdyskestäväksi suunnitellun rakennuksen sisällä.

Laitoksen sijoituksessa on otettava huomioon mahdollisen räjähdys aiheuttaman paineaallon vaara ympäristölle. Räjähdysvaarallisia kohteita ovat esimerkiksi paineastiat, kiinteät kemikaalisäiliöt ja putkistot sekä vaarallisten aineiden kuljetussäiliöt.

Vaaran arvioinnissa käytetään taulukossa 3 ja kuvassa 9 esitettyjä paineaallon ylipaine-arvoja.

Taulukko 3. Tuotantolaitoksen onnettomuudesta aiheutuvien paineaallon huippuylipaineen vaikutuksia / Tukes, Tuotantolaitoksen sijoittaminen, 2015/		
Ylipaine kPa → mbar	Vaikutukset rakennuksiin ja ihmisiin	Mahdollisia rakennustyyppisiä tai
30 kPa = 300 mbar	Kantavien rakenteiden romahduksia, onnettomuuden mahdollinen laajenemisriski	Teollisuuslaitteet ja rakenteet
15 kPa = 150 mbar	Talojen osittaisia romahtamisia, pysyvän vammautumisen riski.	Rakennukset ja rakenteet, joille perustelluista syistä voidaan hyväksyä tämä yläraja, kuten painetta kestäväksi mitoitettut teollisuusrakennukset
5 kPa = 50 mbar	Pieniä vaurioita talojen rakenteille. Vammautumisen riski.	Rakennukset ja alueet, joissa normaalisti oleskelee ihmisiä



Kuva 9. Paineaallon vaikutuksia (Lähde: Tukes-opas 2015)

Räjähdysen huippuylipaine saa olla korkeintaan 5 kPa alueilla, joilla normaalisti oleskelee ihmisiä. Ko. ylipaine voi rikkoa vielä ikkunoita ja aiheuttaa ohimenevän kuulovaurion. Ainakin sairaaloiden, vanhainkotien, päiväkotien ja muiden hoitolaitosten sekä koulujen, hotellien ja muiden suuren väkijoukon kokoontumiseen tarkoitettujen rakennusten tulee olla vaaraetäisyyden ulkopuolella.

Lähde / Tukes 2015

2020©ENWIN OY

6.1 Tulipesärjähdys

Toisena Hakametsän lämpökeskuksen onnettomuusskenaariona arvioidaan kattilan tulipesärjähdystä. Tilanne on hyvin epätodennäköinen tapahtuma, mutta mahdollinen. Kattiloiden instrumentoinnilla ja automatiikalla yleensä estetään ennakoita tämäntyyppisten onnettomuustilanteiden syntyminen.

Kattilan tulipesärjähdys voisi tapahtua, jos esimerkiksi kattilan tuuletus ennen käynnistystä olisi epäonnistunut ja kattilan tulipesään muodostuisi räjähdysherkkä polttoaineen ja ilman seos, joka sytytysvaiheessa aiheuttaisi tulipesässä räjähdys. Myös kattilan kuivakiehunnan seurauksena voisi tapahtua kattilaräjähdys, mutta senkin estämiseksi on olemassa suojaustoimet, mm. syöttövesivirtauksen valvonta ja muu kattilan käytönvalvonta, jotka hälyttävät, jos arvot ylittävät/alittavat turvallisuusrajat. Kuiviinkiehuntatilanteessa kattilaräjähdys voisi tapahtua, jos vettä lisättäisiin liian pian kuiviinkiehunnan jälkeen, eikä kattila olisi ehtinyt jäähtyä.

Kattiloiden aiheuttamat omaisuus- ja käyttövarmuusriskit on ylipäätään pyritty estämään rakenteilla ja instrumentoinnilla. Kattiloiden turvallisuudesta säädetään *Painelaitelaissa (1144/2016) ja asetuksissa (VNA painelaitteista 1548/2016, VNA painelaiteturvallisuudesta 1549/2016) sekä asetuksella kattilalaitosten käytön valvojen pätevyyskirjoista 891/1999.*

Hakametsän lämpökeskuksen tulipesärjähdyspainevaikutuksia arvioitiin mallintamalla kattilatyypin paineaaltojen vaikutusalueet. Kattilat 1 ja 2 ovat samanlaisia. Kattilat ovat pystykattiloita, korkeus 8500 mm, pohja 3200 x 3200 mm², tulipesän tilavuus 25.2 m³. Kattilan 3 mitat ovat: korkeus 9740 mm, pohja 3559 x 3559 mm², tulipesän tilavuus 26 m³. Kaikilla suurin sallittu käyttöpaine on 16 bar, normaali käyttöpaine 8 bar. Kattiloilla K1 ja K2 koepaine on 20.8 bar ja kattilan K3 koepaine on 30.4bar.

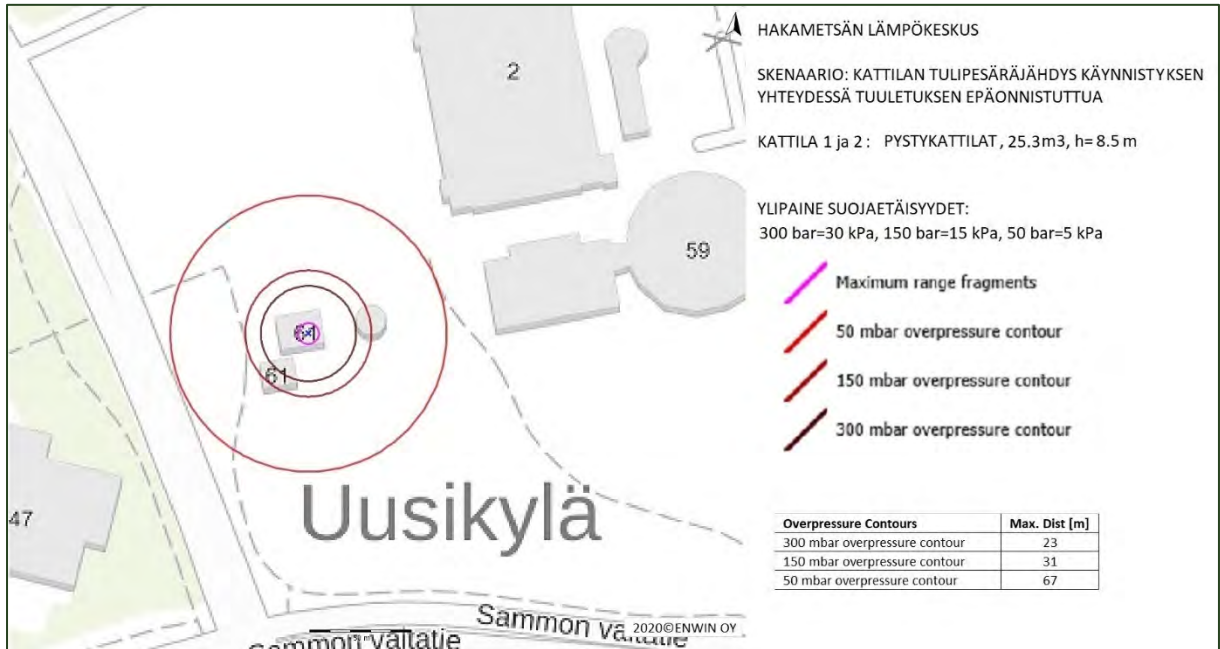
Tulipesärjähdysmallinnetut ylipaineen paineaallon suojaetäisyydet on esitetty taulukossa 4 ja kartalla kuvissa 10 ja 11.

Taulukko 4. Tulipesärjähdyspaineen ylipaineen paineaallon suojaetäisyydet.		
	Kattila 1 tai 2	Kattila 3
Ylipaine	Max. etäisyys [m]	Max. etäisyys [m]
300 mbar= 30 kPa	23	27
150 mbar=15 kPa	31	35
50 mbar= 5 kPa	67	77

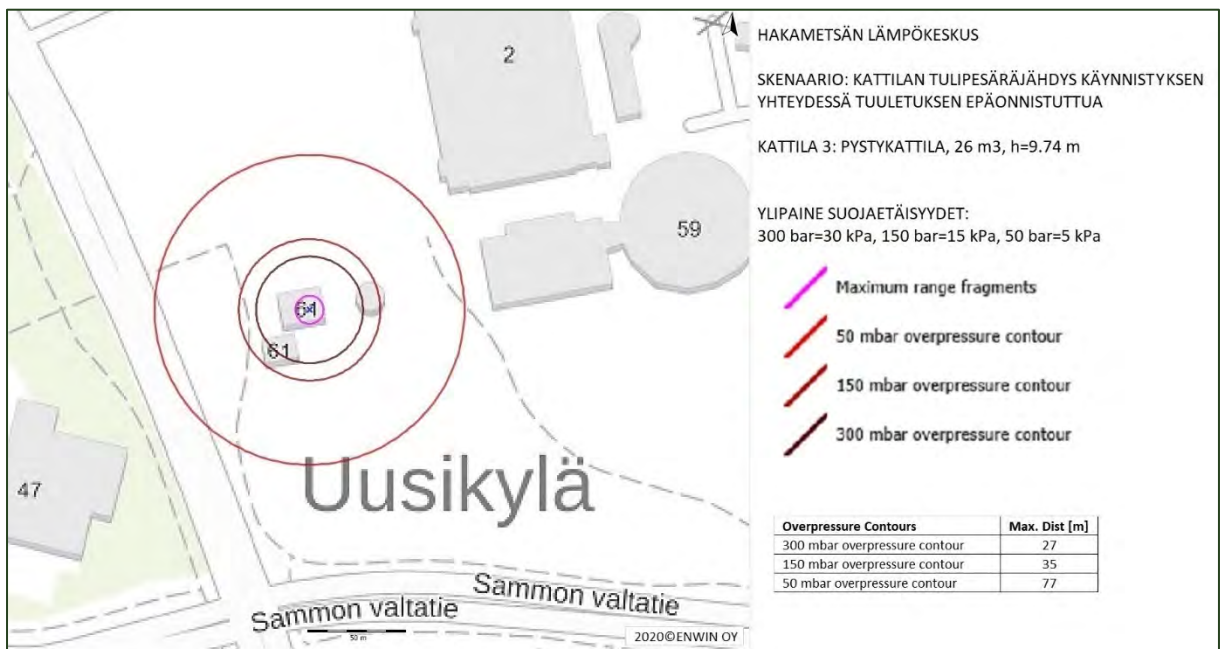
Hakametsän lämpökeskuksessa kuumavesikattilat on sijoitettu rakennuksen sisälle. Kattiloiden rakenteissa on huomioitu onnettomuusskenaario siten, että kattiloissa on yksi heikompi nurkka, josta paine onnettomuustilanteissa purkautuisi. Kattilarakennus on itsessään myös rakennettu kestävästi painetta siten, että rakennuksen yksi tai useampi nurkka on rakennettu heikommaksi, jolloin räjähdystilanteessa paine purkautuu ko. kohdasta säästäten muuta rakennusta romahtamisriskiltä.

Tulipesärjähdyspaineen suurimmat vaikutukset voidaan arvioida paikallisiksi, mm. heitteitä voisi esiintyä pääosin rakennuksen sisällä tai mahdollisesti heikkojen nurkkien läheisyydessä tuotantolaitoksen tontilla.

28.4.2020



Kuva 10. Skenaario kattiloiden 1 tai 2 tulipesäräjähdysen paineaalloista. Suurimmat painevaikutukset kohdistuvat laitosalueelle. Kattilat ovat rakennuksen sisällä.



Kuva 11. Skenaario kattilan 3 tulipesäräjähdysen paineaalloista. Suurimmat painevaikutukset kohdistuvat tässäkin skenaariossa laitosalueelle. Kattila on rakennuksen sisällä.

6.2 Tulipesärjähdysvaikutusarviointi ja huomioiminen asemakaavassa

Tulipesärjähdys olisi tapahtuessaan nopea tapahtuma. Sen todennäköisyys on pieni, mutta sen mahdollisuutta ei voida kokonaan poissulkea.

Tulipesärjähdys on nopea tapahtuma Tulipesärjähdys aiheuttaisi kattilan vaurioitumista ja mahdollisia rakennusvaurioita voimalaitoksella, vaikkakin kattilarakennukset on yleensä rakennettu painetta kestäväksi. Kattilarakennus voi myös mahdollisesti pienentää ulkopuolelle aiheutuvaa painevaikutusta.

Kauempana paineaallon vaikutus laimenee ja laitosalueen ulkopuolella se voi aiheuttaa esimerkiksi ikkunoiden rikkoontumisia (ylipainevaikutus 50 mbar = 5 kPa). Terveysvaikutuksina paineaalto voisi aiheuttaa ohimenevän kuulovaurion, kuten esimerkiksi korvien lukkiutumisen.

Sairaaloiden, vanhainkotien, päiväkotien ja muiden hoitolaitosten sekä koulujen, hotellien ja muiden suuren väkijoukon kokoontumiseen tarkoitettujen rakennusten, kuten urheiluhallien, tulee olla vaaraetäisyyden ulkopuolella (< 50 mbar= 5 kPa). Tämä etäisyys Hakametsän lämpökattiloista on mallinnuksen mukaan 67-77 m.

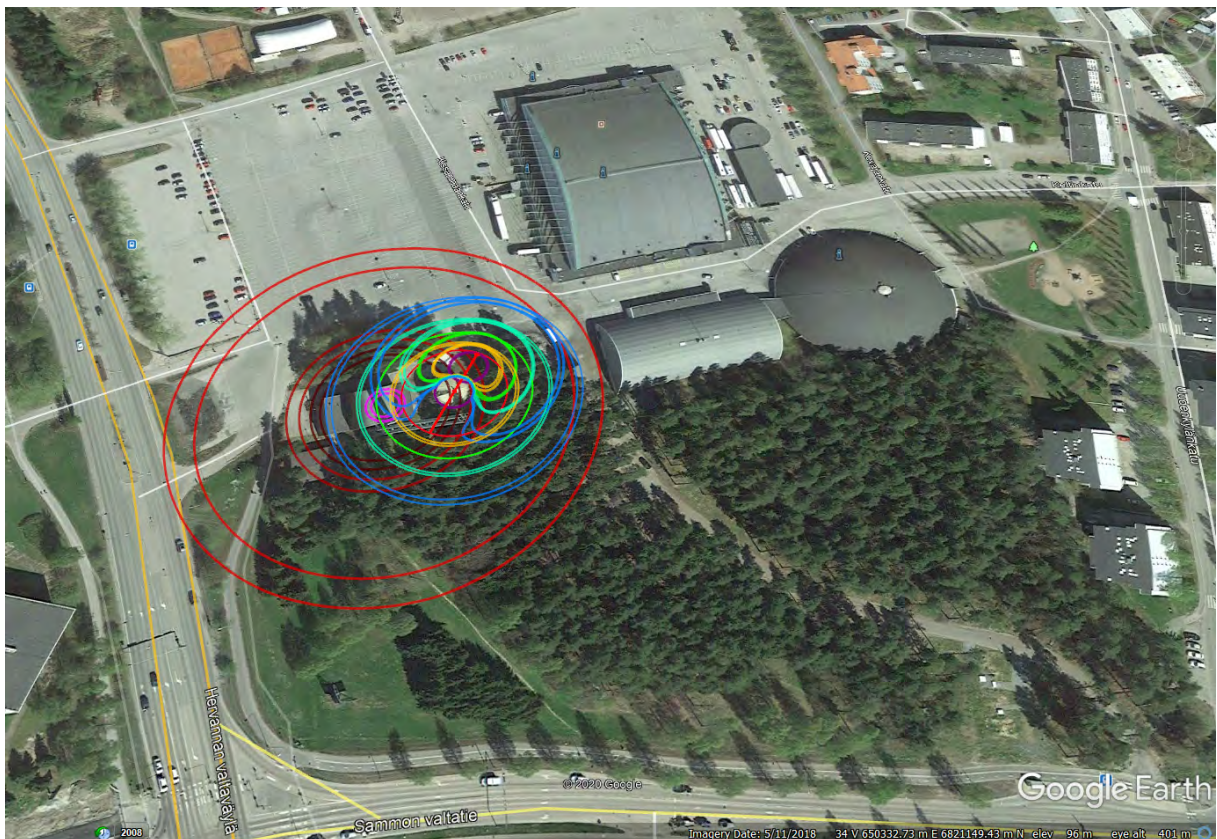
Suojaetäisyydeksi suositellaan 77 metriä mitattuna kattilarakennuksen keskeltä. Myöskään kerrostaloja ei suositella rakennettavaksi tätä lähemmäs laitosta. Koska onnettomuustapahtuma on tapahtumana nopea, ei se aiheuta pysyvää vaikutusta virkistysalueille, mm. viheralueelle laitoksen eteläpuolella.

7. Yhteenvedo

Vaararviointi -selvityksessä arvioitiin Hakametsän lämpökeskuksen mahdollisten onnettomuuksien seuraukset ns. kemikaaliturvallisuusasetuksessa (VNA 856/2012) tuotantolaitoksen sijoitusta koskevien periaatteiden mukaisesti (856/2012 Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista.)

Työssä selvitettiin onnettomuusskenaarioiden suojaetäisyyksiä asuinrakennuksiin, majoitustiloihin ja ns. herkkiin kohteisiin ja tehtiin karttaesitys onnettomuusvaikutusalueista. Suojaetäisyydet tulee huomioida asemakaavoitusta uudistettaessa ja mm. asuinrakennuksia ja herkkiä kohteita sijoitettaessa alueelle. Tarvittavat suojaetäisyydenlaskennat ja mallinnukset onnettomuusskenaarioista tehtiin standardin SFS 3350:2016, TUKESin ohjeistusten ja Yellow Book CPR14E periaatteiden mukaisesti.

Tässä mallinnettiin Hakametsän lämpökeskuksen öljysäiliöpalo ja tulipesäräjähdyks. Molemmat onnettomuusskenaariot ovat epätodennäköisiä tapahtumia, mutta periaatteessa mahdollisia. Kuvassa 12 kaikkien onnettomuusskenaarioiden suojaetäisyydet on piirretty samaan kuvaan.



Kuva 12. Hakametsän lämpölaitoksen vaararviointiselvityksen suojaetäisyydet kaavoitusta varten ilmakuvassa. Kuvassa öljysäiliön tulipalon lämpösäteilyn intensiteetin sekä tulipesäräjähdyksen ylipainevaikutusten suojaetäisyydet. (vrt. kuvat 5 ja 6 sekä kuvat 10 ja 11)

Öljysäiliön tulipalo:

- Minimissään hotellia, kerrostaloja tai herkkiä kohteita kuten päiväkotia tai senioritaloa tai niiden poistumisteitä ei pidä rakentaa alle 35 metrin etäisyydelle öljysäiliöstä. Tämä alue on lämpösäteilyintensiteetin 3 kW/m² suoja-alue.
- Mieluimmin rakentamatonta tilaa jätetään aina 46 metrin etäisyydelle asti, jotta Sport Campus -alueella liikkuvat voivat suojautua tulipalotilanteessa turvallisen lämpösäteilyn alueelle (< 1.5 kW/m²).
- Pelastuslaitoksella tulee olla esteetön kulku laitosalueen läheisyyteen sammutustehtäviin.

Tulipesärajähdys:

- Sairaaloiden, vanhainkotien, päiväkotien ja muiden hoitolaitosten sekä koulujen, hotellien ja muiden suuren väkijoukon kokoontumiseen tarkoitettujen rakennusten, kuten urheiluhallien, tulee olla paineaallon ylipaineen 50 mbar = 5 kPa vaikutusalueen ulkopuolella.
- Tämä etäisyys Hakametsän lämpökattiloista on mallinnuksen mukaan maksimissaan 77 m.
- Myöskään kerrostaloja ei suositella rakennettavaksi tätä lähemmäs laitosta.

Yhteenvetona vaaranarviointimallinnuksista:

- Onnettomuusskenaarioiden mallinnuksiin perustuen Hakametsän lämpökeskuksen suojaetäisyydeksi uudessa asemakaavassa suositellaan 77 metriä. Etäisyys lasketaan kattilarakennuksen keskeltä. Tällöin myös säiliön tulipalon suojaetäisyydet jäävät tälle alueelle kuten kuvasta 12 nähdään.
- Kerrostaloja tai herkkiä kohteita ei suositella rakennettavaksi tätä lähemmäs laitosta.
- Lämpökeskuksen eteläpuolella voidaan säilyttää esim. nykyinen metsäinen virkistysalue, koska onnettomuusskenaarioiden aiheuttama haitta olisi lyhytaikainen. Öljysäiliön tulipalotilanteessa säiliötä lähellä kasvavat puut voisivat kuitenkin tulipalotilanteessa syttyä ja näin edesauttaa palon leviämistä (> 8 kW/m² alue, n. 25 m säiliön keskipisteestä).
- Näiden onnettomuuksien todennäköisyys on Hakametsän lämpökeskuksessa hyvin pieni, mm. laitoksella käytössä olevan turvallisuustekniikka ja automaatio huomioiden.



28.4.2020

2020©ENWIN OY