

Raporttinumero: ETT1170486_v1.2
Päivämäärä: 28-Touko-2025
Sivuja: 8

Laatija:
Tarkastaja:
Hyväksyjä:

Laitinen Heidi
Moilanen Pasi
Lindroos Kati

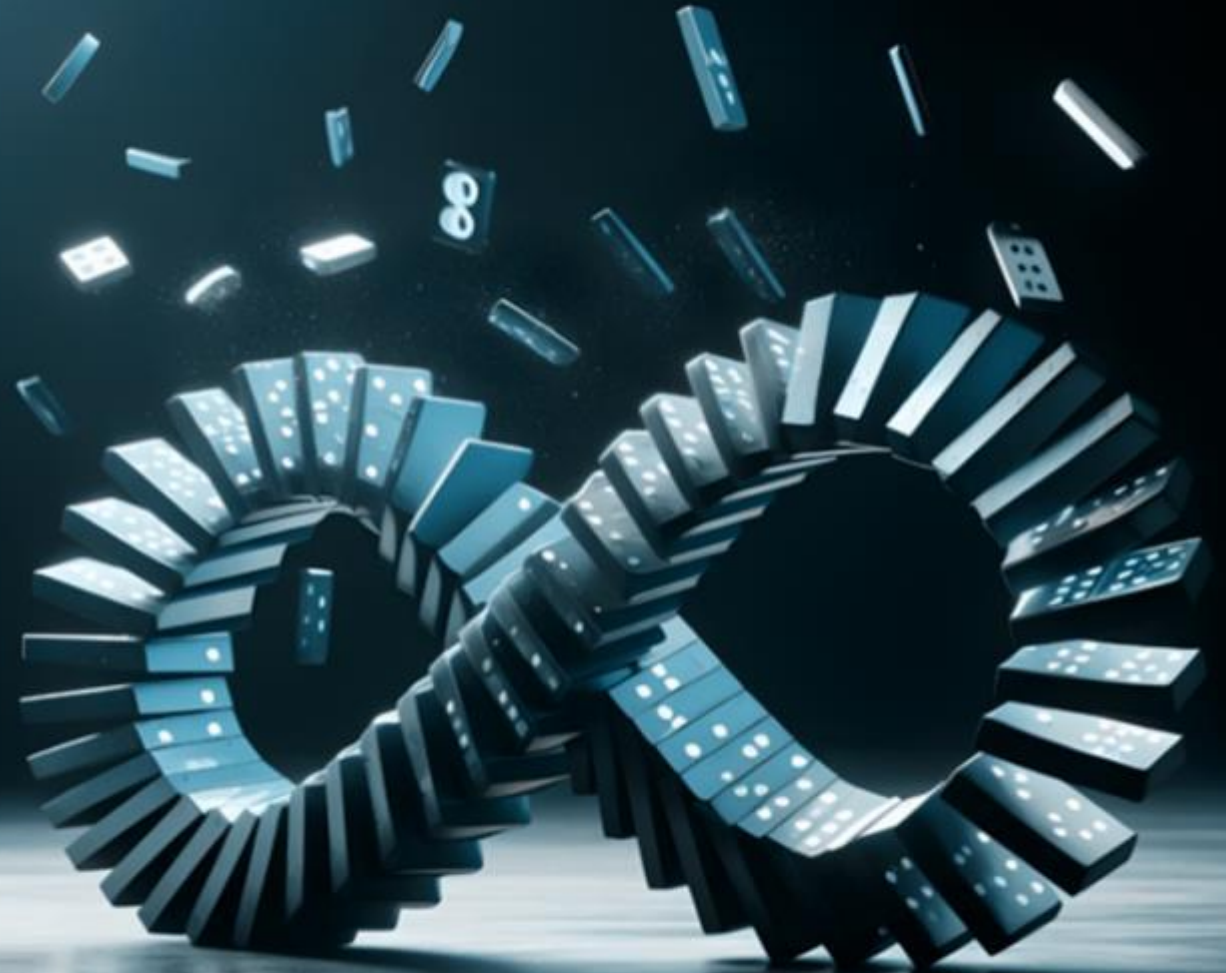
Vaasan yliopisto

VETYVARASTON PALOSKENAARIOT CFD

Tulosraportti



Contact: firstname.lastname@etteplan.com

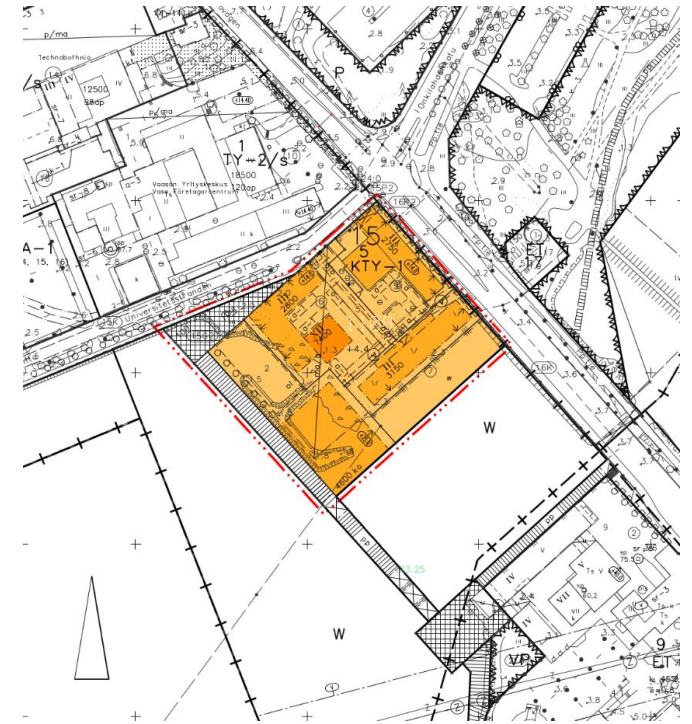
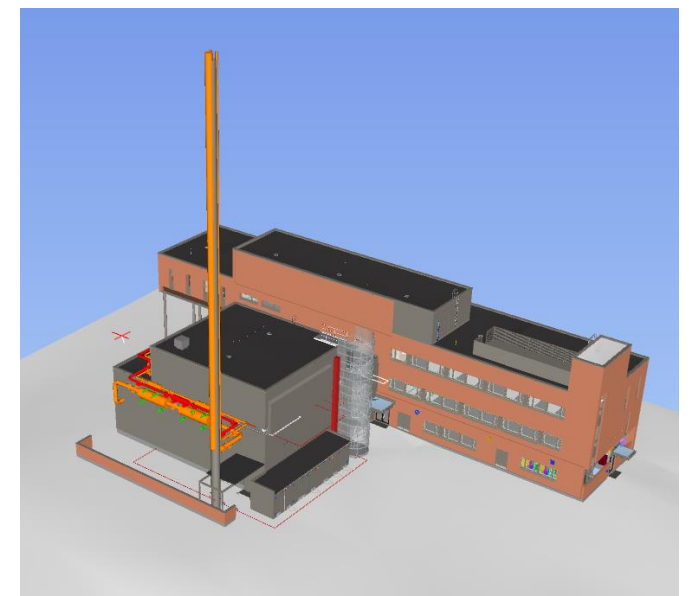
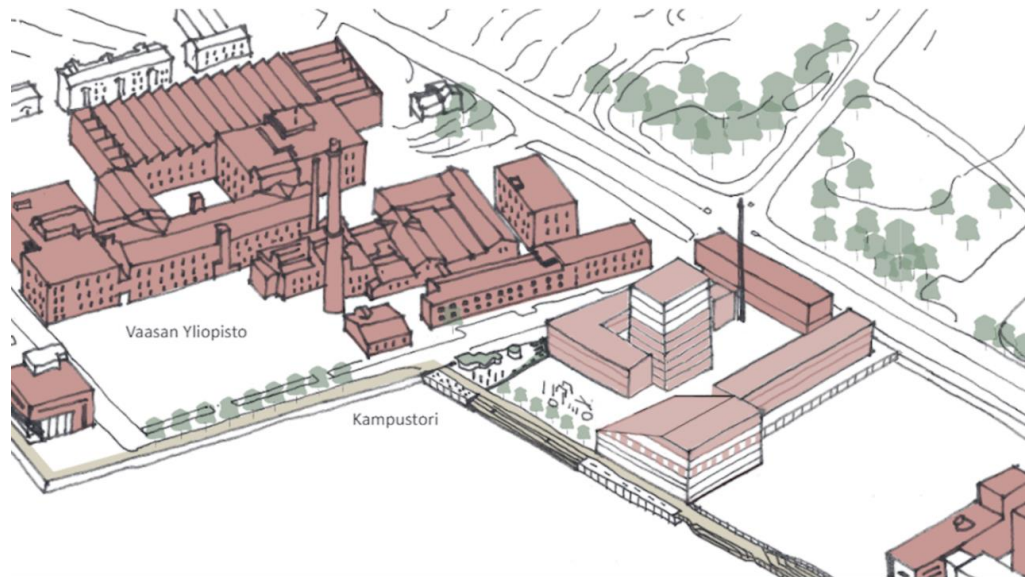


Johdanto

- Projektin tarkoituksena on arvioida Vaasan yliopiston EnergyLab-tutkimuslaboratorion vetyvaraston eri vuoto- ja paloskenaarioita virtausmallinnuksen (CFD) avulla.

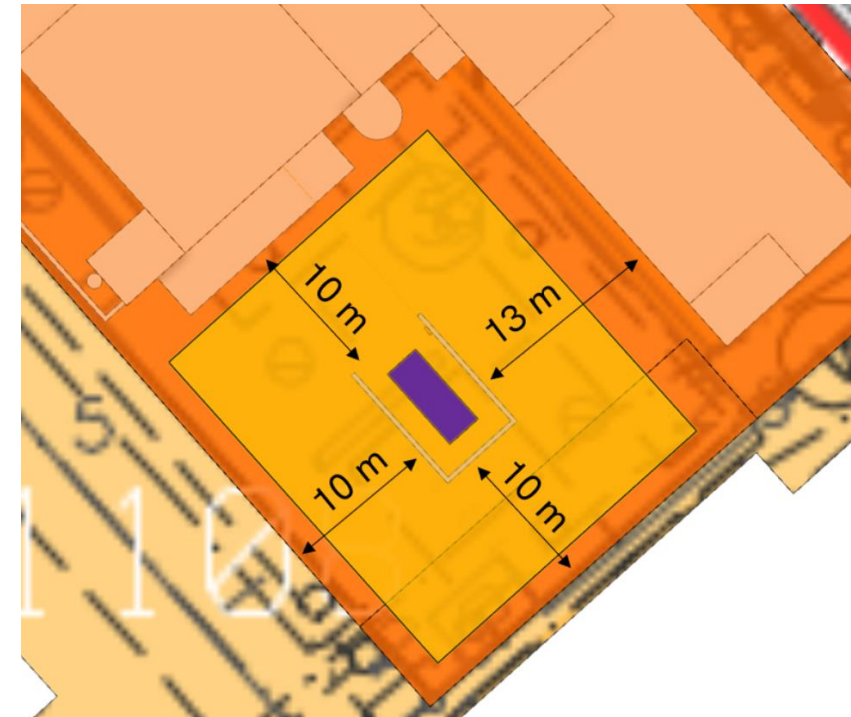
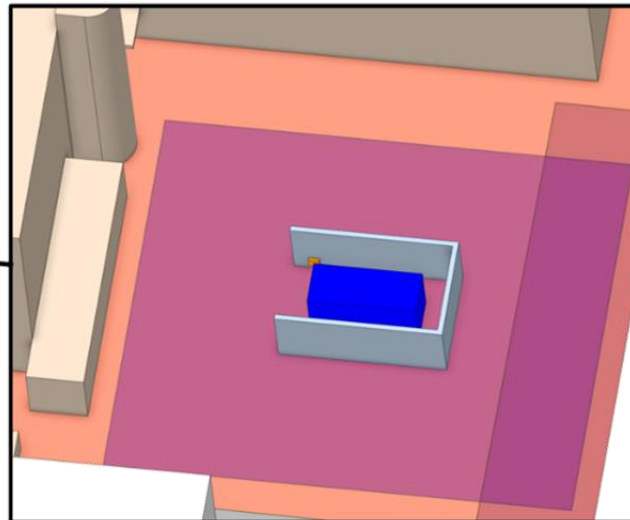
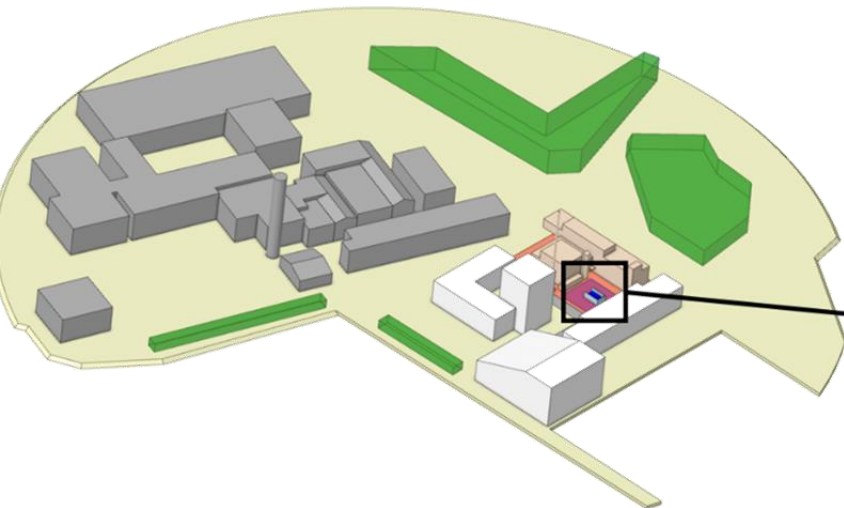
Mallinnusympäristön lähtötiedot

- Mallinnusalueen CAD perustuu toimitettuihin .nwd-malliin ja lay-out kuvaan sekä satelliittikuviin sekä havainnekuvaan varaston lähiympäristöön rakennettavista rakennuksista



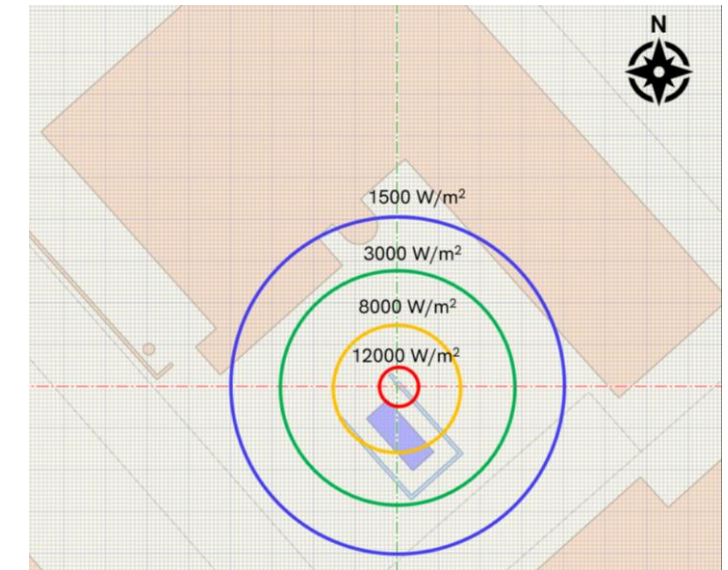
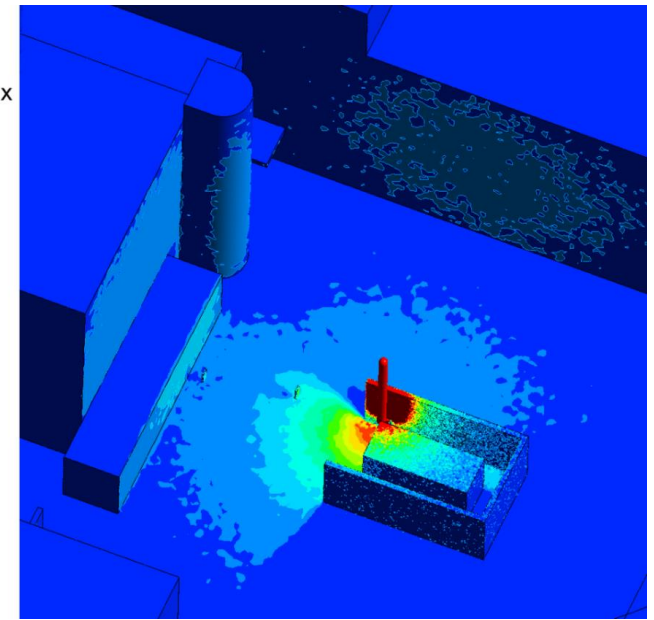
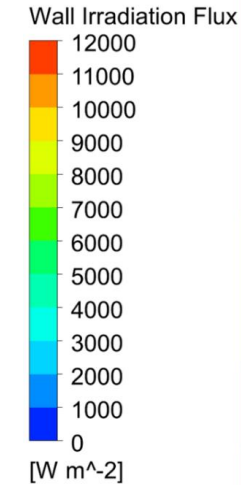
Geometria ja etäisyydet

- Kuvassa alla esitetty ympäristön geometria ja vetytankin sijainti
- Kuvassa oikealla esitetty tankkia suojaavan muurin etäisyydet lähimmistä rakennuksista ja tontin rajoista
 - Tontin rajat esitetty oranssilla oikealla olevassa kuvassa, 10 m etäisyys itse vetytankista keltaisella



Pistoliekin lämpösäteily ja koko

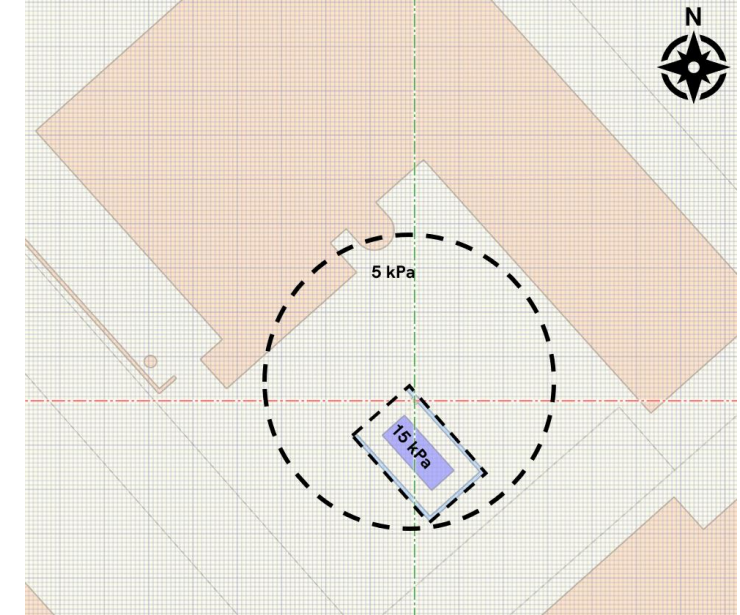
- Tuloksena saatujen ympäröivien rakenteiden pintojen lämpösäteilykuorma on esitetty kuvassa yläoikealla
 - Yksinkertaistetut lämpösäteilyn turvaetäisyydet esitetty kuvassa alaoikealla ja taulukossa alhaalla
- Liekin koon takia (6.2 m) vetykontin aitaukseen pitäisi asentaa paineenkestävä ovi, ettei mahdollinen pistoliekki pääse aitauksen ulkopuolelle



Säteilyteho	Turvaetäisyys (m)
Puut syttyvät palamaan (12000 W/m^2)	2.5
Rakenteet savuavat (8000 W/m^2)	5.5
Pelastushenkilöstön työskentelyetäisyys (3000 W/m^2)	9
Sivullisille turvallinen etäisyys (1500 W/m^2)	14

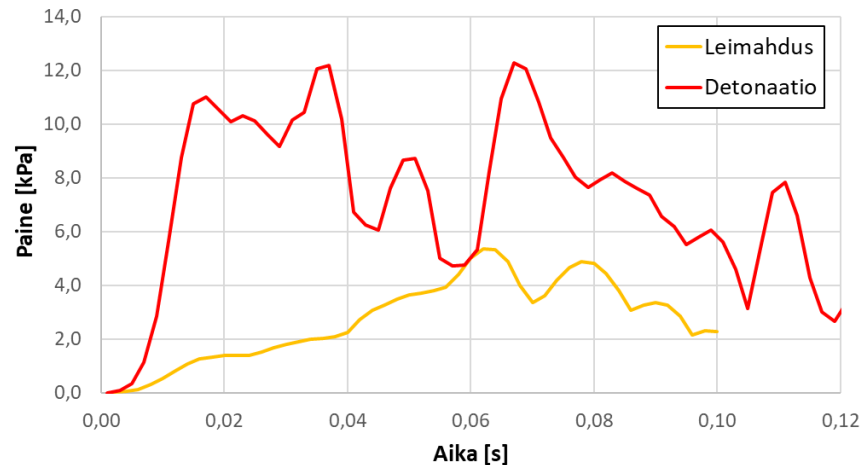
Vedyn leimahduksen ja detonaation painevaikutus

- Mallinnus perustuu vetykaasun leviämisen tuloksiin, vetypilvi sytytetään ja tarkastellaan sen aiheuttamaa painekuormaa leimahdus- ja detonaatiotapauksissa
- Kuvassa alla on esitetty maanpinnan ja ympäröivien rakennusten suurin painetaso ajan funktiona sekä detonaatiolle että leimahdukselle
 - Paineen vaikutukset on kuvattu taulukossa alla
 - Turvarajat on esitetty kuvassa ja taulukossa oikealla



Painetaso	Turvaetäisyys (m)
15 kPa	Vedyn aitauksen sisäpuoli
5 kPa	13 m

Suurin piikkipaine [kPa] rakennusten / maan pinnalla ajan funktiona



Ylipaine, kPa	Vaikutukset rakennuksiin ja ihmisiin	Mahdollisia rakenne- tai rakennustyyppijä
30	Kantavien rakenteiden romahdus, onnettomuuden mahdollinen laajenemisriski	Teollisuuslaitteet ja -rakenteet
15	Talojen osittaisia romahtamisia, pysyvän vammautumisen riski	Rakennukset ja rakenteet, joille perusteluista syistä voidaan hyväksyä tämä yläraja, kuten painetta kestäväksi mitoitettut teollisuusrakennukset
5	Pieniä vaurioita talojen rakenteille Vammautumisen riski	Rakennukset ja alueet, joissa normaalisti oleskelee ihmisiä

Yhteenveto

- CFD-mallinnusten ja esitettyjen oletusten perusteella paloskenaarion vaikutukset jäävät tontin sisäpuolelle
- Suojarakenne tulee suunnitella niin että rakenne voi vahingoittua, mutta siitä ei irtoa lentäviä palasia
- Vetykontti sijoitetaan suojarakenteen sisälle. Tämä estää pistoliekin ja kaasumaisen vedyn pääsy pihan puolelle, jossa voi liikkua ihmisiä.
- Ihmisten määrä lähistöllä pitäisi minimoida mahdollisuuksien mukaan. Alue pitää aidata läpikulun minimoimiseksi



For the better.



etteplan