



PELASTUSOPISTO

PELASTUSYKSIKÖN ENSITOIMENPITEITÄ TÄYDENTÄVÄT SAMMUTUSMENETELMÄT

KORKEAPAJEJÄRJESTELMÄT

Tuomas Kuikka

AMKN13

2016

29.1.2019

PSR
PALOSUOJELURAHASTO



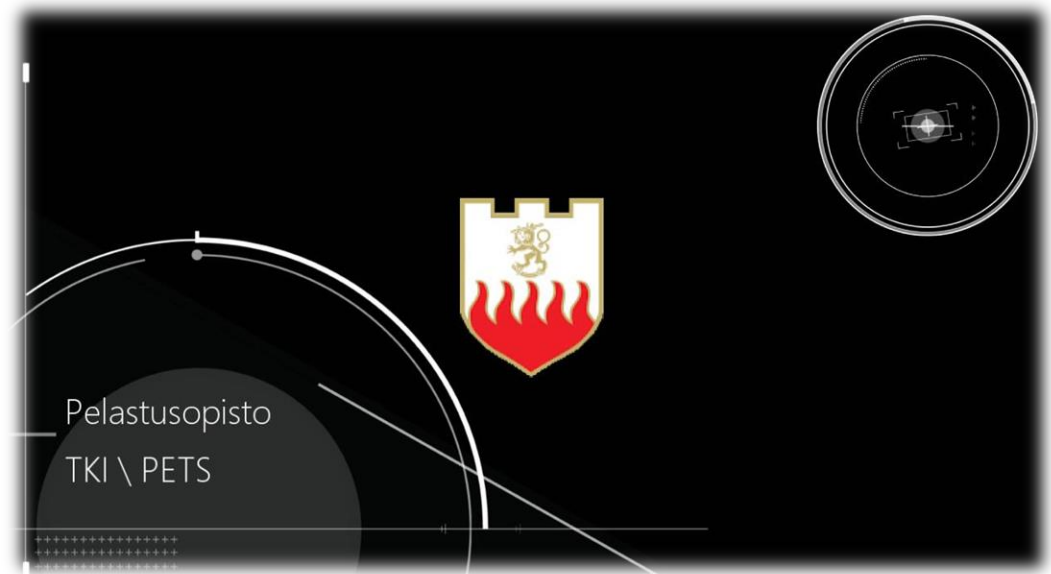
PELASTUSOPISTO

MOTIVOINTI

Pelastusyksikön ensitoimenpiteitä täydentävät sammutusmenetelmät on tarkoitettu perinteisten sammutusmenetelmien tueksi sekä tilanteisiin joissa pelastusryhmän tehokasta pelastustoimintaa ei voida aloittaa kohteessa välittömästi.

Osalla menetelmistä tulipaloa voidaan rajoittaa tehokkaasti siihen saakka kunnes pelastusryhmä täydentyy minimi vahvuiseksi yksiköksi ja tehokas pelastustoiminta alkaa.

Lisäksi materiaalin tarkoitus on myös tutustuttaa lukijaansa myös uusiin pelastustoimen käyttämiin laitteisiin





TAVOITTEET

Koulutettavat:

1. Tunnistavat korkeapaine- sammutusjärjestelmän
2. Tietävät korkeapaine- sammutusjärjestelmän toimintaperiaatteen
3. Tietävät mihin korkeapaine - sammutusjärjestelmää voidaan käyttää ensitoimenpiteenä rakennuspaloissa
4. Tietävät miten korkeapaine - sammutusjärjestelmää voidaan käyttää ensitoimenpiteenä rakennuspaloissa



PELASTUSOPISTO

SISÄLTÖ

- ✓ Yleistä korkeapainesammutusjärjestelmistä
 - ✓ Toimintaperiaatteet
- ✓ COBRA - Sammutinleikkuri
- ✓ UHPS – Korkeapainejärjestelmä
- ✓ Taktiikka
- ✓ Tekniikka

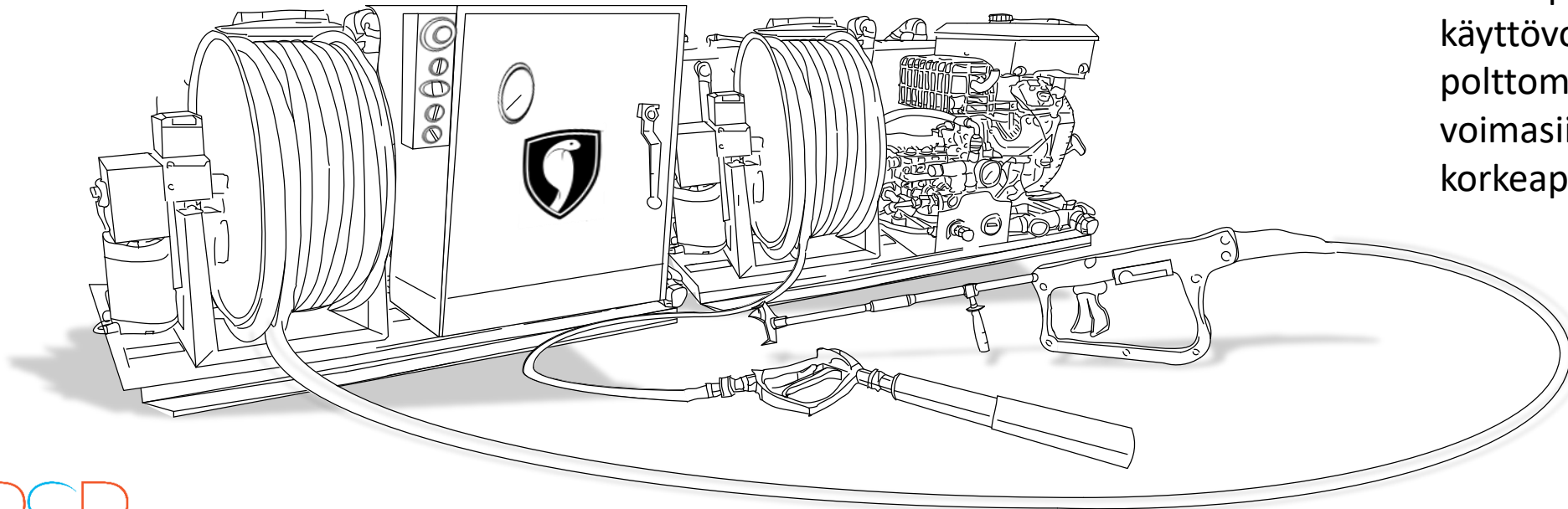


PELASTUSOPISTO

KORKEAPAINESAMMUTUSLAITTEET

- ✓ Korkeapainesammutuslaitteet ovat korkeapainejärjestelmiä, joiden sammute on vesi. Korkeapainelaitteiden sammutusteho perustuu veden pieneen pisarakokoon (mikropisaraan) ja pisaroiden suureen yhteenlaskettuun pinta-alaan (eli jäähdytystehoon), jäähdytykseen ja tukahdutukseen.
- ✓ Korkeapainesammutuslaitteiksi katsotaan ne laitteet, jotka tuottavat yli 20 baarin paineen. Tyypillisesti paine on kuitenkin luokkaa 100 – 300 bar.

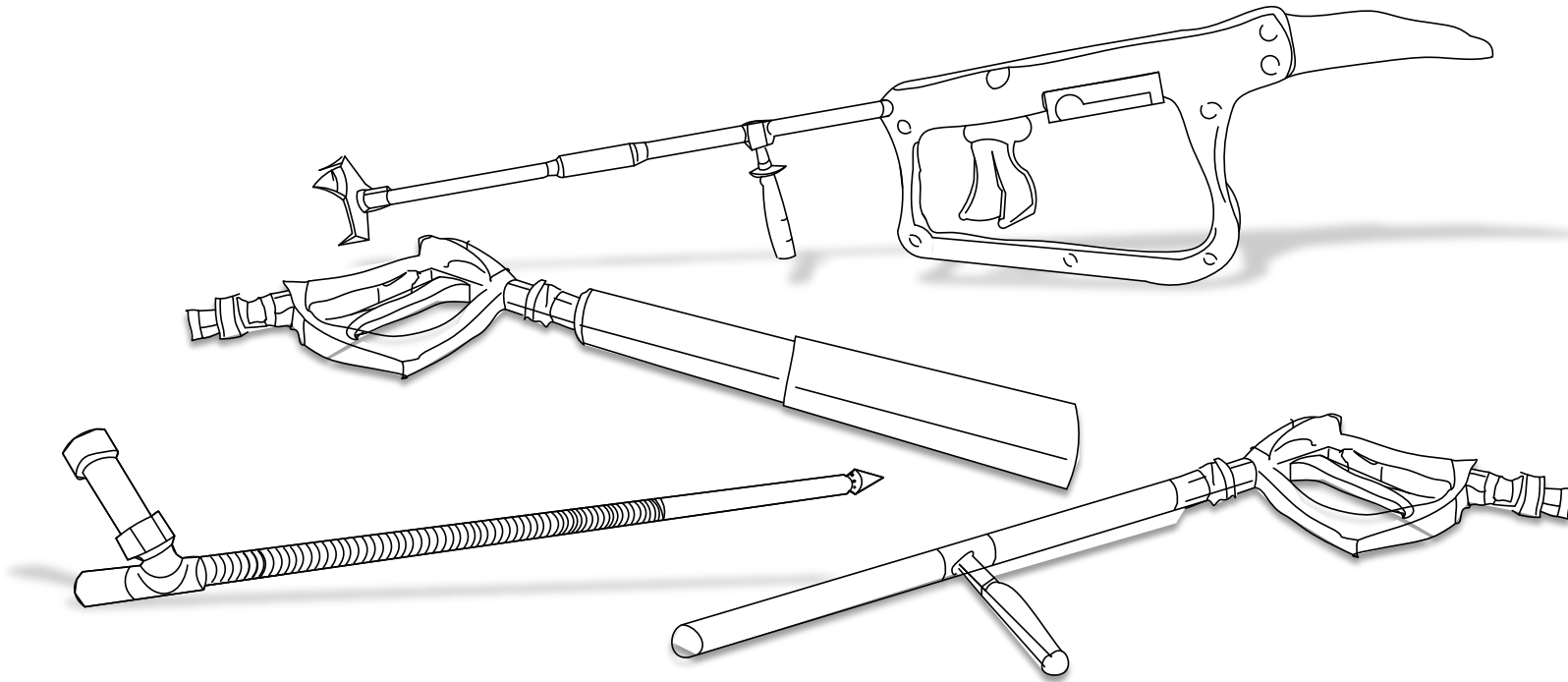
- ✓ Paine tuotetaan erillisellä korkeapainepumpulla, joka saa käyttövoimansa joko erillisestä polttomoottorista tai auton voimasiirtojärjestelmään liitetyllä korkeapainepainepumpulla.





KORKEAPAINESAMMUTUSLAITTEET

- ✓ Korkeapainesammutuslaitteistojen letkustot ovat yleensä kelalla ja niiden toimintaetäisyys rajoittuu kelalla olevan työvaran mukaan. Työvaraa on kuitenkin mahdollista jatkaa erillisillä letkuistoilla. Letkustot ovat yleensä sisämitaltaan 19 - 25mm ja pituudeltaan noin 50 – 80-metrisiä. Letkut ovat yleensä rakenteeltaan teräspunoskumiletkustoja.



- ✓ Korkeapainelaitteistoihin on mahdollista lisätä erilaisia erikoistyökaluja kuten sammutusleikkuri tai erilaisilla suuttimilla ja suihkukulmilla varustettuja pistooli- ja käyttökahvastoja, vaahdotteen levittämiseen soveltuvia laitteita sekä esimerkiksi pistosuihkuputkisiatyyppejä työkaluja.



PELASTUSOPISTO

KORKEAPAINESAMMUTUSLAITTEET

- ✓ Tyypillisiä esimerkkejä näistä laitteistosta ovat UHPS ja COBRA sekä sammutusajoneuvojen pumppuihin valmiiksi asennetut korkeapainesammutusjärjestelmät.
- ✓ Käyttöpaineet näissä laitteissa ovat 60 – 300 bar, veden virtaaman ollessa 38 – 70 litraa minuutissa ja jopa 120 litraa/minuutissa. Osassa korkeapainesammutuslaitteistoista on myös säädettäviä suihkukulmia. Tyypillisesti korkeapainelaitteen yhtenäinen kantama on 4-6 metriä ja vesisumun kantama 6 - 16 metriä.





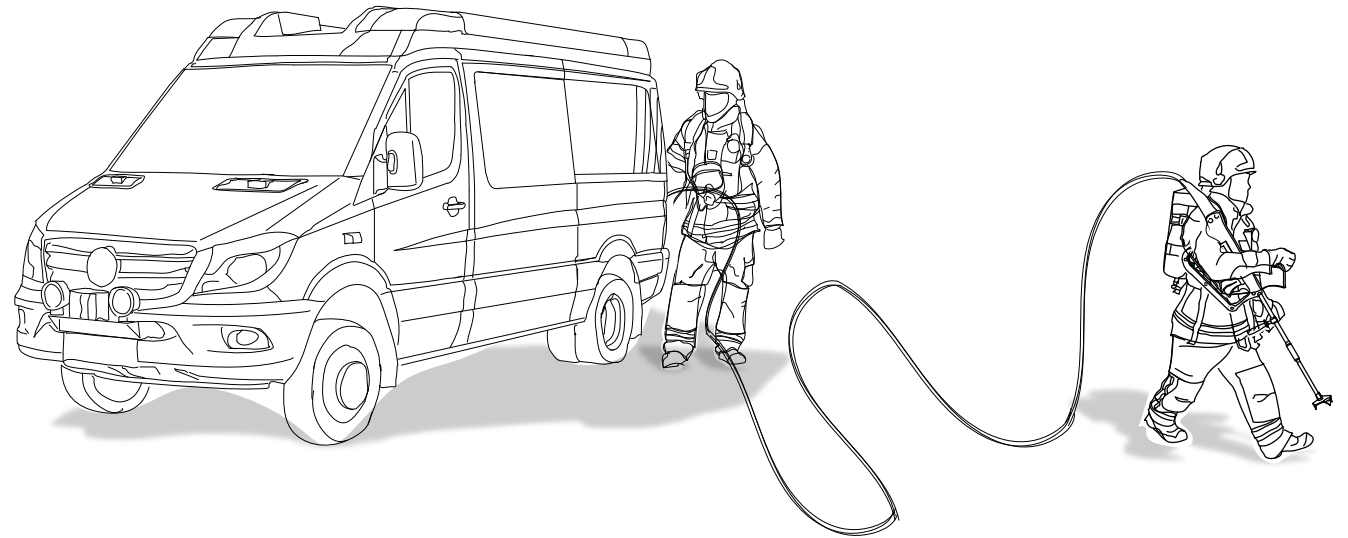
PELASTUSOPISTO

KORKEAPAINELAJÄRJESTELMÄT – MIHIN LAITE VOIDAAN SJOITTA

- ✓ Korkeapainesammutusjärjestelmä voidaan sijoittaa esimerkiksi sammutusautoon perinteisen keskipakopumpun rinnalle tai asentaa kärkiyksikköön.

Korkeapaine sammutusjärjestelmät soveltuvat asennettaviksi:

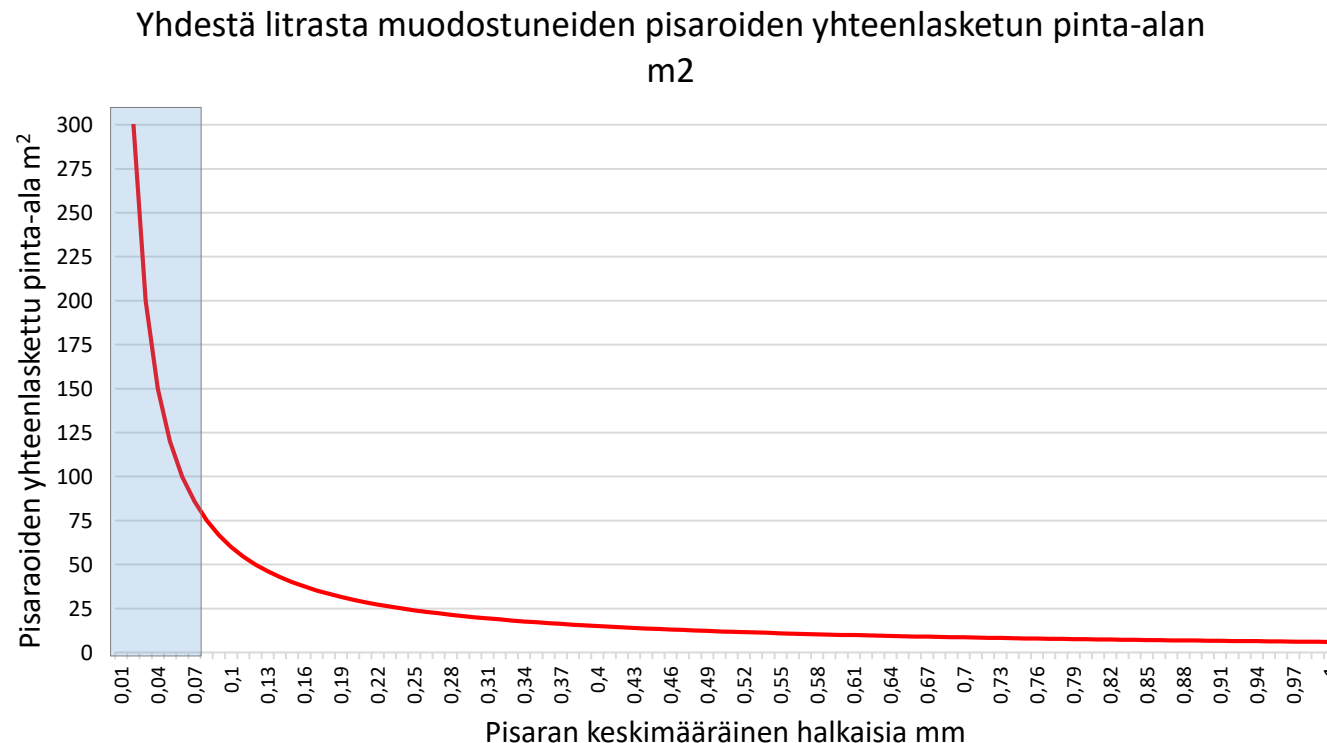
- Kevytyksiköt
- Sammutusautot
- Raivausautot
- Säiliöautot





KORKEAPAINESAMMUTUSLAITTEET

- ✓ Korkeapainesammutuslaitteille on tyypillistä se, että laitteesta tuleva vesi on hienojakoista ja pisarakooltaan mikropisaraa eli lähes sumumaista. Mikropisaraksi katsotaan pisarat, joiden keskimääräinen pisarakoon halkaisija on alle 0,10 mm.
- ✓ Korkeapainelaitteiden sammutusteho perustuu veden pieneen pisarakokoon mikropisaraan (pisara koko alle 0,1 mm) eli nopeaan energian sitomiseen, jäähdytykseen ja vesihöyryn synnyttämään tukahdutukseen. Mikropisaran pieni koko tarkoittaa suurta yhteenlaskettua pinta-alaa.



- ✓ Pisarakoolla on suuri merkitys jäähdytysvaikutukseen. Esimerkiksi keskimääräisen pisaran koon ollessa luokkaa 0,4 mm (sumusuihkussa käytettävää pisarakokoa) yhdestä litrasta vettä syntyy pisaroita, joiden yhteenlaskettu pinta-ala on n. 15 m². Keskimääräisen pisaran koon ollessa luokkaa 0,08 (mikropisaran koko) yhdestä litrasta vettä syntyy pisaroita, joiden yhteen laskettu pinta-ala on noin 75 m².



PELASTUSOPISTO

KORKEAPAINESAMMUTUSLAITTEET

- ✓ Oletetaan, että sammutettavassa tilassa on noin 500 asteisia savukaasuja ja vettä suihkutetaan sammutussuihkulla pisarakoon keskimääräisen halkaisijan ollessa luokkaa 0,4 mm savukaasupatjaan.
 - ✓ Karkeasti voidaan arvioida, että yhdestä litrasta vettä lämpövirta on savusta vesipisaroihin 3,5 MW.
 - ✓ keskimääräisen pisaran koon ollessa luokkaa 0,4 mm (sumusuihkussa käytettävää pisarakokoa) yhdestä litrasta vettä syntyy pisaroita, joiden yhteenlaskettu pinta-ala on n. 15 m².
- ✓ Oletetaan taas, että samassa sammutettavassa tilassa on taas noin 500 asteisia savukaasuja ja vettä suihkutetaan mikropisarana (pisarakoon keskimääräisen halkaisija ollessa luokkaa 0,08) savukaasupatjaan.
 - ✓ Lämpövirta savusta vesipisaroihin on tällöin 51,45 MW.
- ✓ Keskimääräisen pisaran koon ollessa luokkaa 0,08 (mikropisaran koko) yhdestä litrasta vettä syntyy pisaroita, joiden yhteen laskettu pinta-ala on noin 75 m².
- ✓ Karkeasti voidaan arvioida, että yhdestä litrasta vettä lämpövirta on savusta vesipisaroihin 3,5 MW. Lisäksi molemmissa tapauksissa yhdestä litrasta tilaan syntyy 500-asteista tukahduttavaa vesihöyryä, jonka tilavuus on n.3,5 m³.



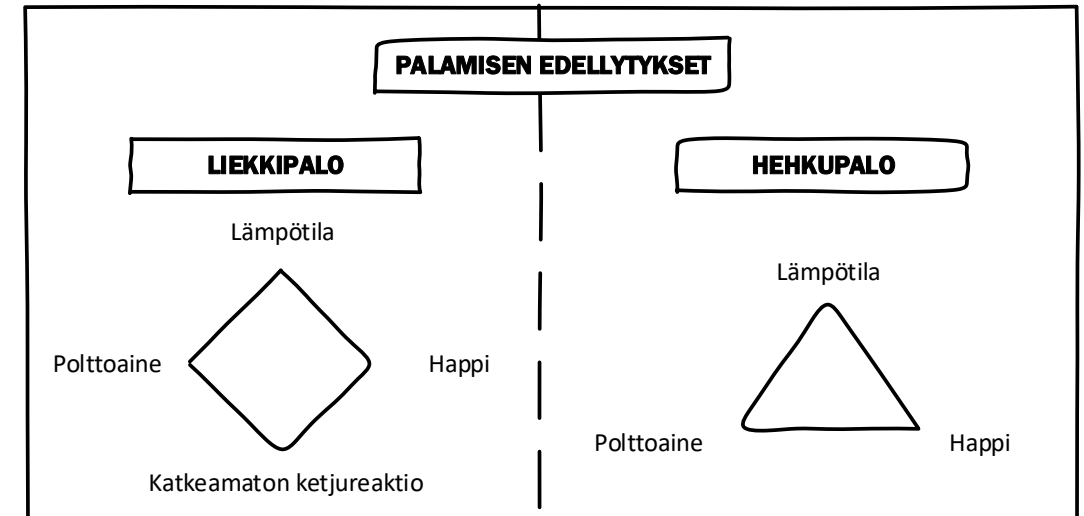
KORKEAPAINESAMMUTUSLAITTEET

- ✓ Tarkasteltaessa sammutustehoa teoriassa eli verrattaessa suihkuputken ja erään korkeapainelaitteen virtaamaa toisiinsa 500 °C savukaasupatjassa.
- ✓ Oletetaan että kaikki vesi höyrystyy. Näille laitteille voidaan saada määriteltyä sammutusteho, virtaaman ja pisarakoon sekä lämpövirran perusteella.
 - ✓ Suihkuputken, jonka virtaama on 5 l/s ja sammutusteho 17,5 MW ja minuutin aikana tuotettu sammutusteho on siis 1050 MW, joka vastaa 300 litraa vettä lisäksi tästä vedestä syntyy sumusuihkulla 1050 m³ 500-asteista vesihöyryä.
 - ✓ Vastaavasti erään korkeapainelaitteen virtaama 0,68 l/s ja sammutusteho 35 MW ja minuutin aikana tuotettu sammutusteho on siis 210 MW, joka vastaa 38 l vettä, tästä syntyy 500-asteista vesihöyryä 133 m³.
- ✓ Verrattaessa korkeapainelaitteiden suorituskykyä ja sammutustehoa toisiinsa, huomataan, että tuo 0,68 l/s ei ole laitteiden tehokkaammasta päästä. Korkeapainelaitteista saadaan myös virtaamaa 1,0 – 2 l/s.
 - ✓ Näiden laskennalliset sammutustehot ovat 54,54 MW ja minuutin aikana tuotettu laskennallinen sammutusteho 3272,4 MW ja syntyvän 500 °C vesihöyryn määrä 210 m³.
 - ✓ 2 l/s tuottavan laitteen sammutusteho oli 109,08 MW ja minuutin aikana tuotettu laskennallinen yhteenlaskettu sammutusteho oli 6544 MW ja syntyvän 500 °C vesihöyryn määrä oli 410 m³.
- ✓ Tuloksesta voidaan päätellä, että mikropisaran lämmön absorbointikyky on suurempi kuin sumusuihkupisaran, tosin tukahduttavaa vesihöyryä syntyy huomattavasti vähemmän pienellä virtauksella.



KORKEAPAINESAMMUTUSLAITTEET

- ✓ Korkeapainelaitteiden sammutusominaisuuksia ovat jäähdytys, riittävän pieni pisarakoko (mikropisara) palosta vapautuvan energian (lämmön) sitomiseen ja veden nopeaan höyrystymiseen (faasimuutokseen). Syntyvä mikropisara toimii myös aerosolimaisesti (leijuen) huonetilassa kulkeutuen termisen nosteen ja palosta aiheutuvien virtausten matkassa.
- ✓ Pisarakoon pienetessä myös pisaran massa vähenee ja tunkeutumiskyky heikkenee ja siitä tulee altis ilmavirtauksille.
 - ✓ Mikropisaran nopean höyrystymisen käänköpuolena on palovammariski.
 - ✓ Syntyvät pisarat höyrystyvät välittömästi tultuaan ulos suuttimen päästä, ja tämä aiheuttaa sammuttajalle vaaraa.



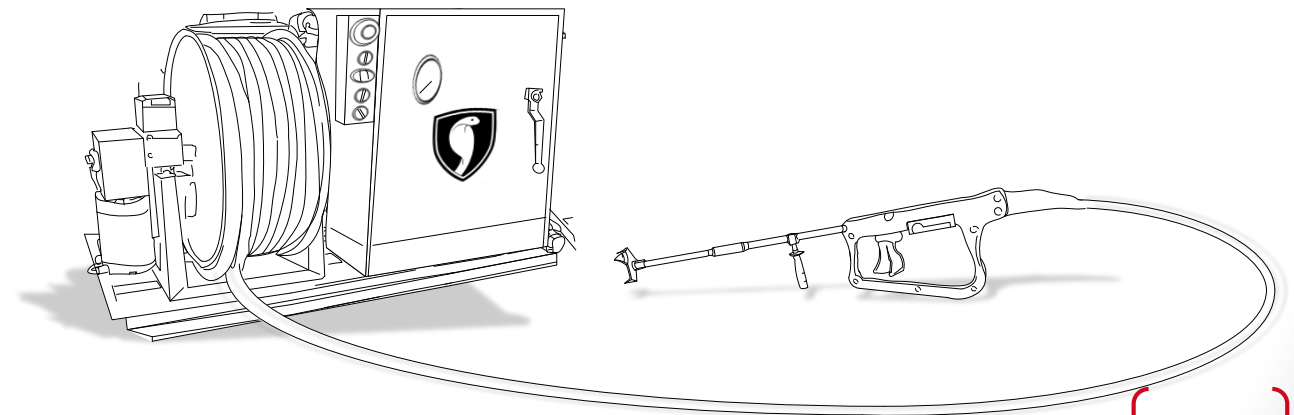
- ✓ Korkeapainevedellä (COBRA, HPS) pyritään ensisijaisesti rajoittamaan paloa jäähdyttämällä ja sitomalla lämpö mikropisaroihin sekä tukahduttamaan palo syntyvän höyrynpainevaikutuksen avulla.



PELASTUSOPISTO

COBRA - SAMMUTINLEIKKURI

- ✓ Cobra on korkeapainesammutuslaitteisto, johon on integroitu abrasiivilla (metallioksidikuulilla) toimiva leikkuri
 - ✓ Leikkurilla voidaan leikata ja läpäistä materiaalia kipinöimättömästi.
 - ✓ Sammutinleikkuri on alun perin kehitetty betoni ja teräsrakenteiden läpäisyyn.
 - ✓ Vesi on toimii abrasiivin ajake aineena.
 - ✓ Cobran vesivirtaama on noin 60 -70 litraa minuutissa käyttöpaine noin 300 bar.
 - ✓ Normaali rekyyliksi peitselle on mitattu noin. 150 Nm.
 - ✓ Lähtönopeus vedellä tällaisella laitteella on normaalisti 200 m/s ja
 - ✓ yhtenäinen kantama 5 - 6 metriä.
 - ✓ Leikkuu nopeus sammutinleikkurilla on 10 mm terästä minuutissa.
-
- ✓ Sammutinleikkurin tuottama paine riittää läpäisemään yksikertaisia puu- ja levyrakenteita ilman abrasiivia.

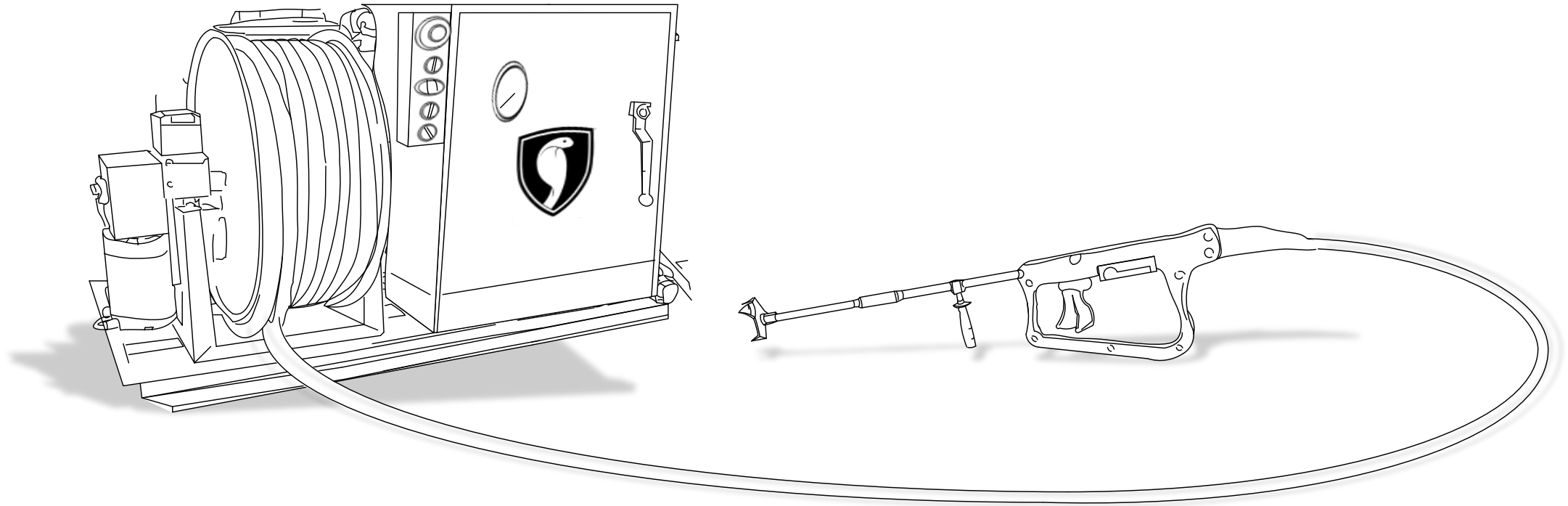




PELASTUSOPISTO

COBRA - SAMMUTINLEIKKURI

Laitteen komponentit vasemmalta oikealle letkukela ja letku, ohjainyksikkö, korkeapainepumppu ja käyttöpaneeli, sekä laitteen peitsi.

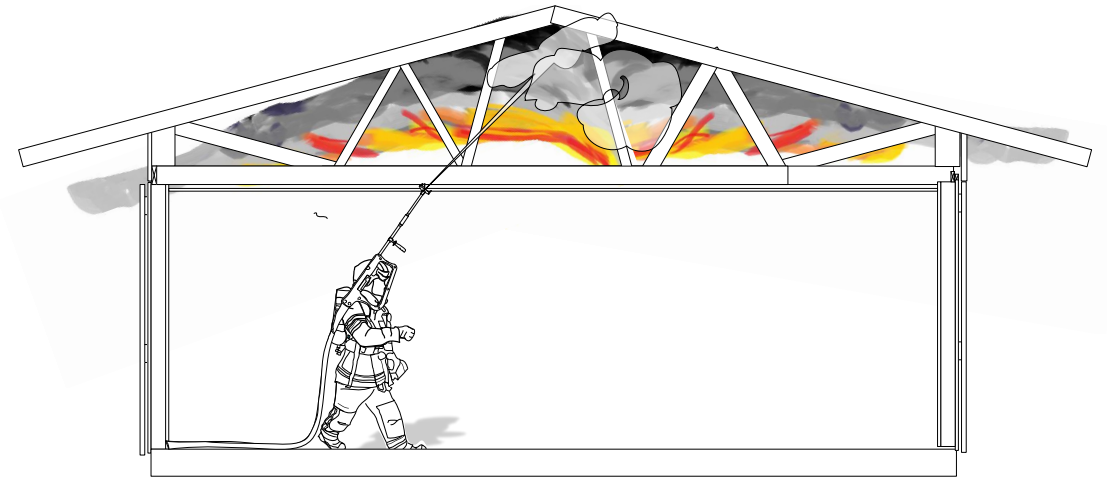
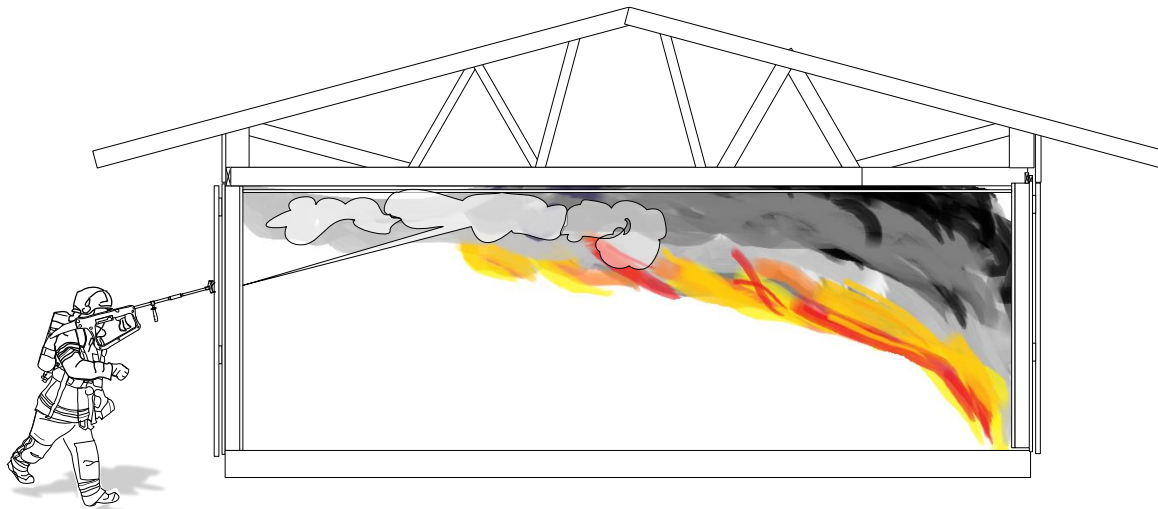




PELASTUSOPISTO

COBRA - SAMMUTINLEIKKURI

- ✓ Laite soveltuu sammuttamaan erilaisia paloja ja laite toimii rajatun tilan paloissa. Laitteella voidaan tehokkaasti rajoittaa esimerkiksi ontelopaloja sekä huoneistopaloja.
- ✓ Laite on pääsääntöisesti tarkoitettu ulkoa sisältä sammuttamiseen ja tehokkaaseen rajoittamiseen.



Sammutinleikkurin peitsi tulisi suunnata noin 20 – 30 asteen kulmassa kohti huoneen kattoa. Huoneistopalon sammuttamisessa on tärkeää tunnistaa, milloin sammute pääse perille haluttuun paikkaan.



PELASTUSOPISTO

COBRA - SAMMUTINLEIKKURI

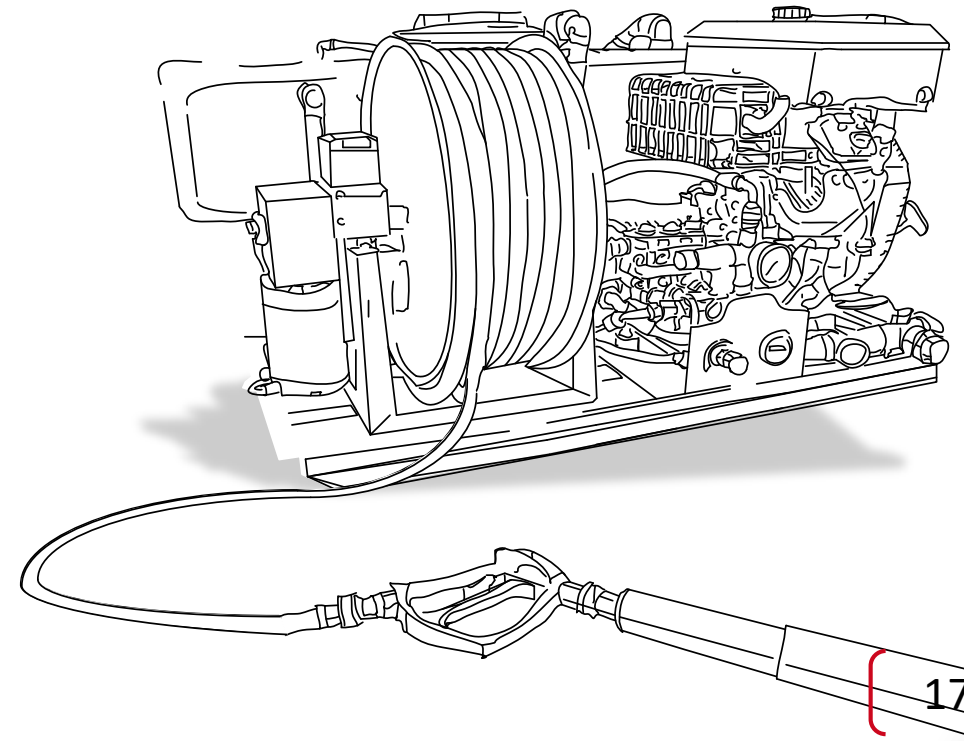
Laiteella voidaan myös lisäksi sammuttaa ja rajoittaa:

- ✓ Liikennevälinepaloja
- ✓ Avopaloja
 - ✓ Maastopaloja
 - ✓ Turvepalot

Laitetta käytettäessä on otettava huomioon vedenpaineen aiheuttama heitteiden syntyminen



- ✓ UHPS (Ultra High Pressure System) on korkeapainejärjestelmä, joka muodostaa sammutteen veden ja vaahdotteen kanssa
 - ✓ sammutusteho perustuu veden pieneen pisarakokoon mikropisaraan (pisara koko alle 0,1 mm) eli nopeaan jäähdyttämiseen ja vesihöyryn synnyttämään tukahdutukseen sekä pyrolyysin katkaisuun eristämällä pyrolyysin vaahdotteen avulla palavilta pinnoilta.
- ✓ laitteessa käytettävä vaahdote vähentää veden pintajännitettä ja parantaa sen tunkeutumiskykyä huokoisiin materiaaleihin.
 - ✓ Sammutteen sekaan voidaan lisätä vaahdotetta 0 - 6 % välillä.
 - ✓ UHPS-laitteiston käyttöpainne on n.100 bar
 - ✓ Laitteen vesivirtaama on 38 litraa minuutissa.
 - ✓ keskimääräinen pisarakoon halkaisija on 0,08 - 0,10 mm.
- ✓ Laitteen kelalla olevan letkun pituus rajoittaa selvityspituutta.
 - ✓ Letkustoa voidaan tarvittaessa jatkaa

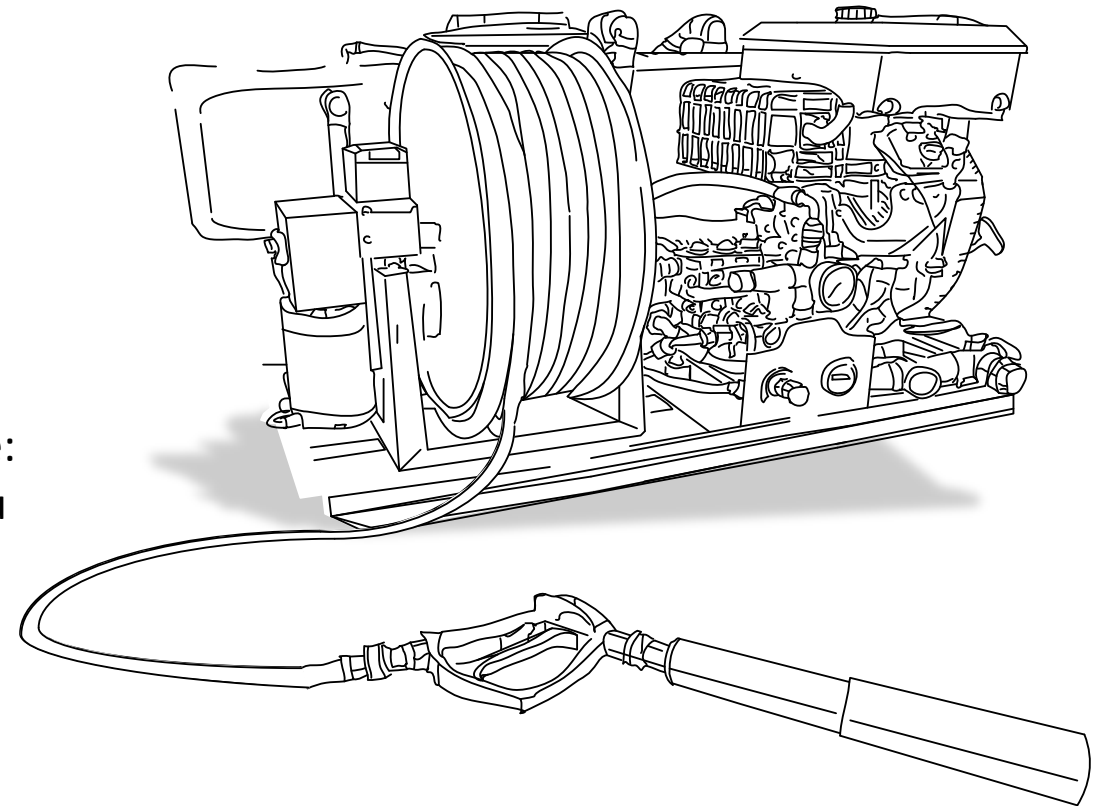




Laitteessa on säädettävät suihkukulmat suoralle mikropisara suihkulle, joka on portaattomasti säädettävissä 30 – 110 asteen kulmaan.

- ✓ Suorassa suihkukulman asennossa laitteen tehokas toiminta matka on noin 10 m.
- ✓ Suihkukulman kasvaessa laitteen tehokas toimintaetäisyys laskee.
- ✓ Vaahdote vähentää sammutteen kantamaa

Havainnekuva UHPS-laitteesta vasemmalta oikealle:
käyttökahvasto, letkusto, kela, korkeapainepumppu
mittaristo, moottori ja säiliöyhde





Laitteen sammutusominaisuuksia ovat:

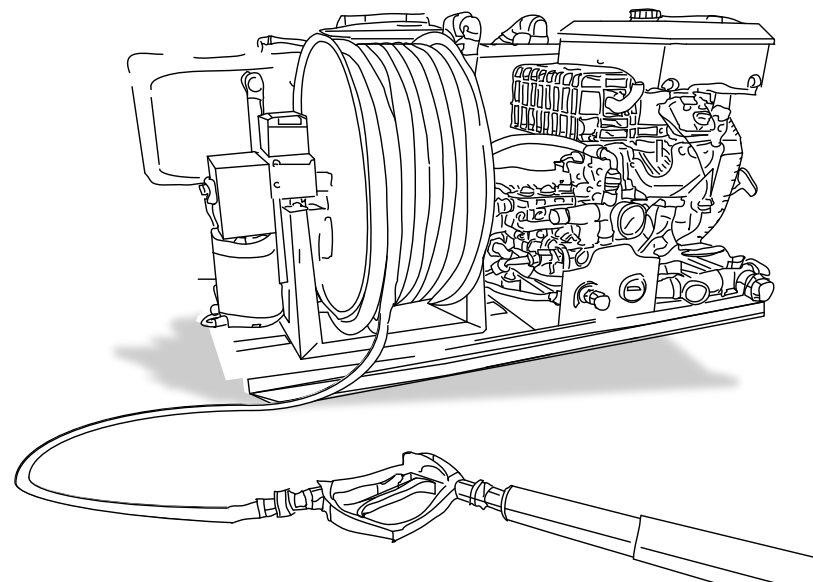
- ✓ Jäähdytysvaikutus
- ✓ Tukahdutusvaikutus

Vaahdote muodostaa kalvon ja eristeen palavan aineen päälle jolloin pyrolyysi katkeaa:

- ✓ Ketjureaktion katkeaminen
- ✓ Hapen yhtyminen aineeseen estyy

Vaahdote vähentää laitteen kantamaan vaahdotteen syntyessä (vaahtokuplan pinta-ala suurempi kuin vesipisaran, joten ilmavastus hidastaa vähä massaisen ja suuri pinta-alaisen sammutteen nopeammin)

Mikropisara toimii aerosolimaisesti (leijuen) huonetilassa kulkutuen termisen nosteen ja palosta aiheutuvien virtausten matkassa.





MIKROPISARAN - TOIMINTAPERIAATTEET

Lisäksi tässä tulee myös ymmärtää mikropisaroiden hyvät ja huonot puolet:

- ✓ Jotta mikropisarat saadaan tunkeutumaan savukaasu patjaan tarvitaan paljon voimaa (pisarat pienimassaisia) tästä johtuu käyttöpaine noin 100 bar
- ✓ Mikropisaroiden nopea höyrystyminen lämpötilan vaikutuksesta aiheuttaa veden nopean höyrystymisen suuttimen läheisyydessä
- ✓ Huoneistopalossa tarkoittaa sitä että jos laitetta käytetään savusukeltamiseen niin täytyy tiedostaa riski palovammojen syntymiselle.
- ✓ Käytännössä nopea höyrystyminen suuttimen läheisyydessä aiheuttaa vaaraa sammuttajalle



UHPS – MIHIN SITÄ VOIDAAN KÄYTTÄÄ ?

Laite on tarkoitettu rajoittamaan ja sammuttamaan:

- ✓ Liikennevälinepaloja
- ✓ Rakennuspaloja
- ✓ Avopaloja
- ✓ Maastopaloja
- ✓ Turvepalot
- ✓ Allaspaloja (palavat nesteet)

Laitteella voidaan tehdä myös suojavaahdotus:

- ✓ Liikenneonnettomuuspaikalle
- ✓ Rakennuksen yläpohjaan (vaahdotus)

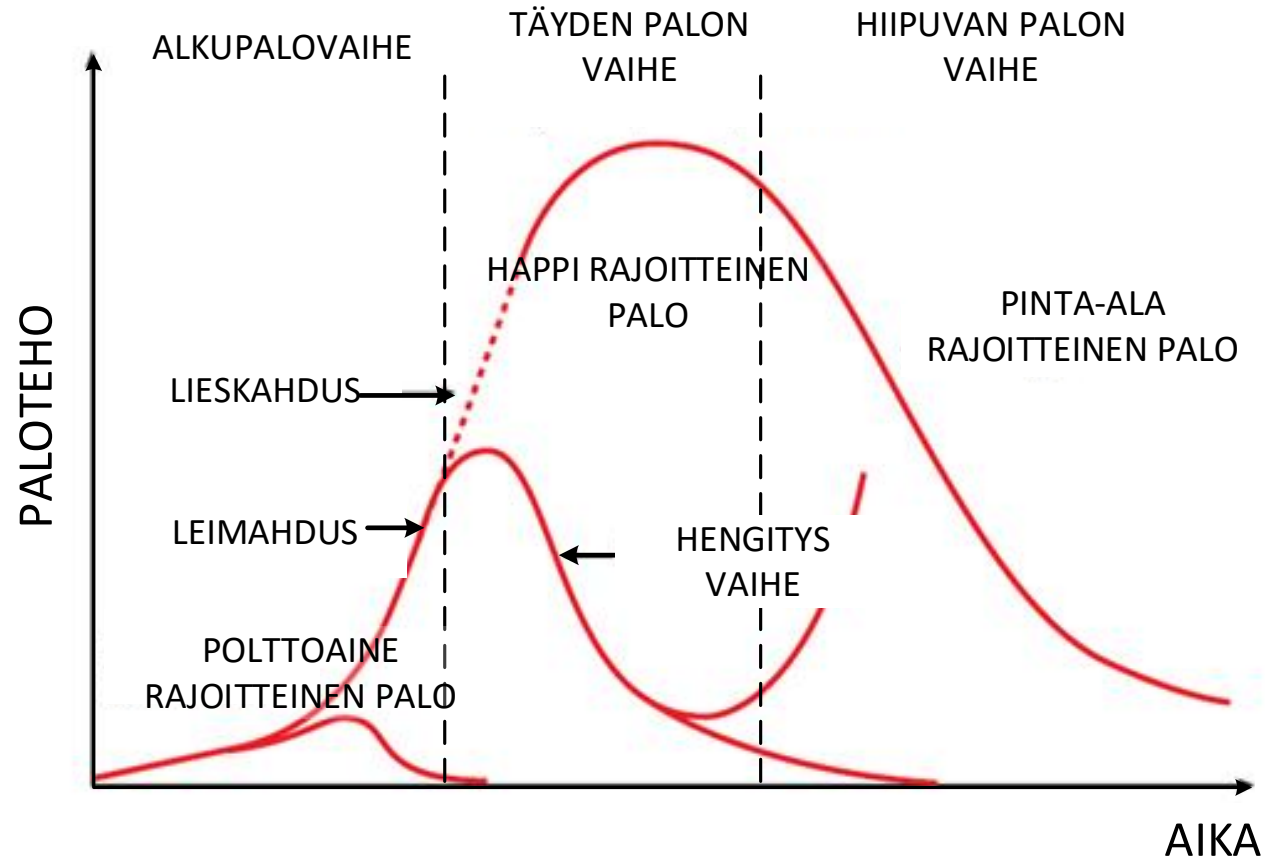
Laite toimii myös painepesurina



Jotta sammuttaminen palavaan rakennukseen voidaan tehdä laitteella turvallisesti on sammuttajan tunnettava ja ymmärrettävä rakennus ja huoneistopalojen yleispätevät ilmiöt ja se mihin laitteen toiminta perustuu.

Palon kehittyminen

1. Alkupalo eli tulipalon kasvuvaihe
2. Täyden palonvaihe
3. Hiipuva palo





Korkeapaine laitteet - TAKTIIKKA

Milloin käytetään:

Ensimmäinen kohteeseen tuleva yksikkö voi käyttää korkeapaine järjestelmää ensitoimenpiteenä palon tehokkaaseen rajoittamiseen ja sammuttamiseen, kun tehokasta pelastustoimintaa ei voida vielä aloittaa tai halutaan ostaa lisää peliaikaa kohteeseen, lisäksi käytössä on otettava huomioon palon vaihe:

Taktiikkaa ja tekniikkaa valittaessa on otettava huomioon palamisen vaihe.

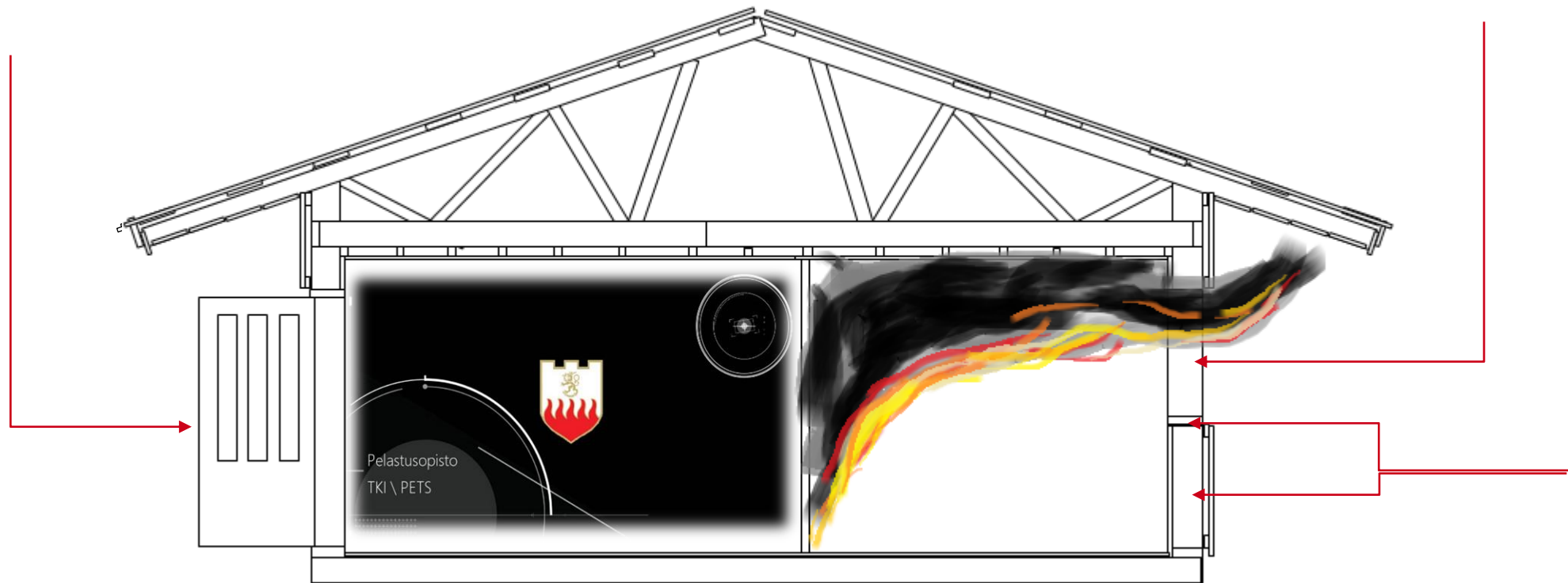
Sammutteen saaminen palo tilaan voidaan tehdä joko epäsuorasti tai suorasti käyttäen hyväksi rakenteissa olevia luonnollisia aukkoja kuten ovet ikkunat tai itse tehdyt aukot rakenteita rikkomalla

- ✓ Vahvuus alle 1+3
- ✓ Arvioi palonvaihe ja käytettävä tekniikka ja taktiikka
- ✓ Rakennus ja huoneistopalot, kun kohteen aukkotekijä on alle 5% kokonaispinta-alasta
 - ✓ Ikkunat ehyet tai muutakaan suurta aukkoa rakennuksessa
 - ✓ Epäsuorasti tukahduttamalla vesihöyryllä luonnollisen aukon kautta



KORKEAPAINELAITTEET – TOIMINTAMALLI - EPÄSUORA

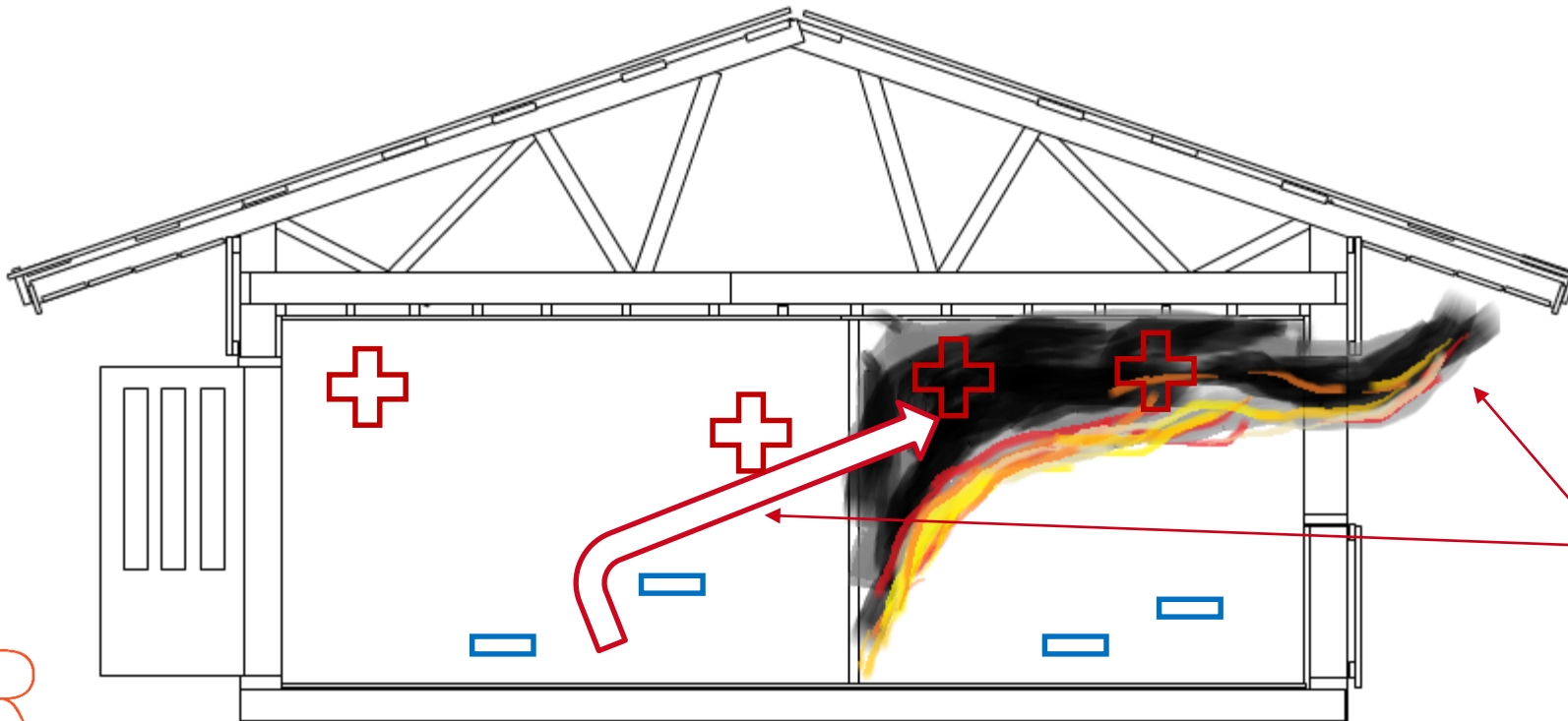
- ✓ Ensimmäisenä paikalle tuleva yksikkö käyttää korkeapainejärjestelmää palon rajoittamiseen levittämällä sammutetta kohteeseen luonnollisen aukon kuten oven tai ikkunan kautta tai vaihtoehtoisesti tekemällä aukon rakenteeseen sammutteen saamiseksi palotilaan.





Korkeapainelaitteet – TOIMINTAMALLI - EPÄSUORA

- ✓ Jotta sammute tuottaisi parhaan mahdollisen lopputuloksen tulee sammute suunnata palokaasupatjaan ja kuumille pinoille (nopea höyrystäminen) jolloin sammutusmekanismit (tukahdutus, jäädytys ja palokaasujen raivaus toimisi parhaiten)

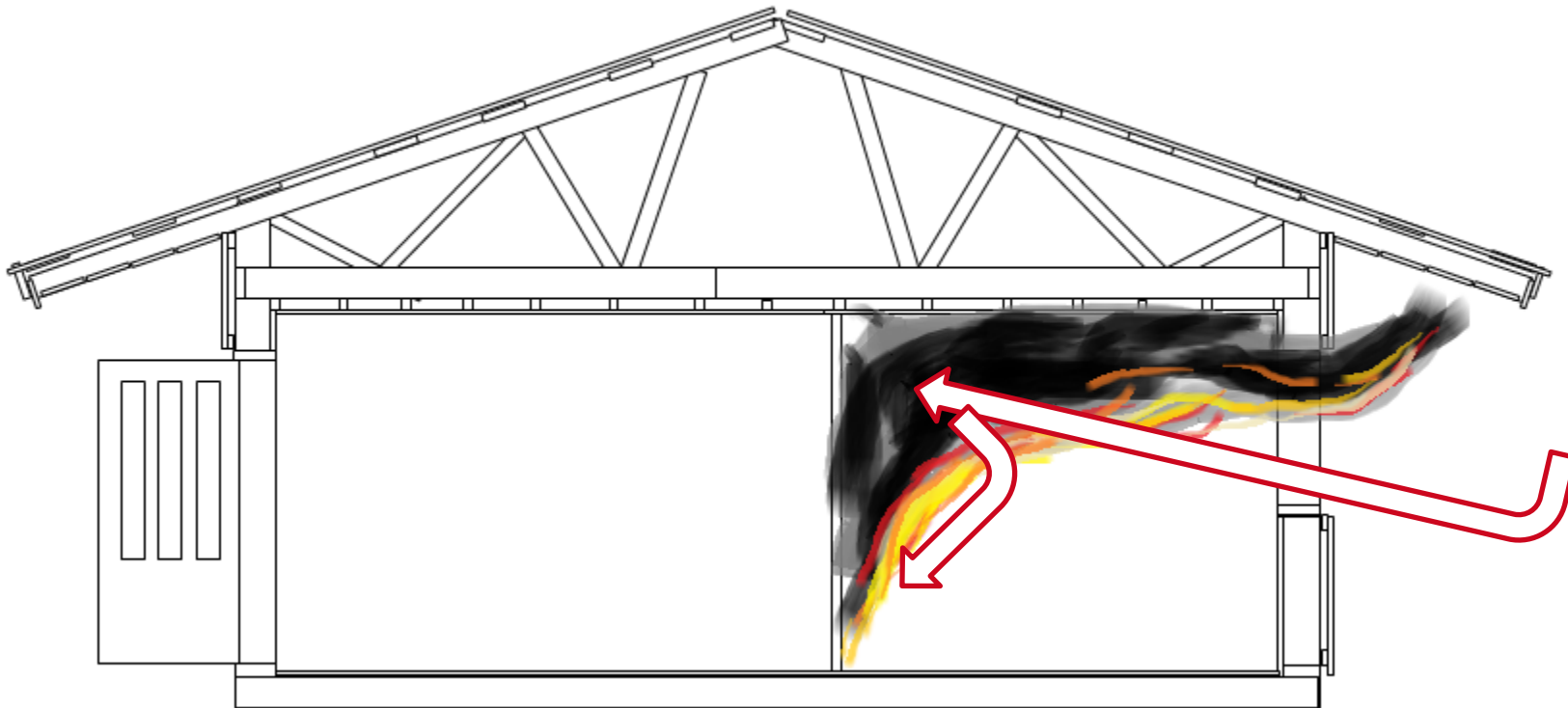


- ✓ Jos sammute laukaistaan purkautuvien palokaasujen suuntaisesti saadaan palokaasut raivattua tilasta pois (Ylipaine hyökkäys)
- ✓ Muista poistoaukko



KORKEAPAINELAITTEE – TOIMINTAMALLI

- ✓ Palotilan ollessa suoraan saavutettavissa esimerkiksi ikkunan tai oven kautta kannattaa sammuttaminen ja rajoittaminen aloittaa palokaasujen jäähdyttelyllä lakaisevalla liikkeellä ylhäältä alaspäin





PELASTUSOPISTO

KORKEAPAINELAITTEET– TOIMINTA MALLI – SAMMUTUSHYÖKKÄYS SISÄLLE

- ✓ Korkeapainelaitetta käytettäessä tulee ottaa huomioon laitteen käytön riskit:
 - ✓ Palovammavaara (veden nopea höyrystyminen suuttimella)
 - ✓ Tarvitsee kaverikseen paineistetun työjohdon
- ✓ Palokaasujen tarkkailu ulkoa ja tilanne arvio onko turvallista mennä sisään
 - ✓ Jos ei epäsuora sammutusmenetelmä ovelta ja palotilan jäädyttäminen ja palon rajoittaminen sekä palokaasujen luku
 - ✓ Kun tila on jäähtynyt riittävästi arvioidaan uudelleen onko turvallista mennä sisään

Jos on niin:

- ✓ Tunkeudutaan huoneistoon ja suljetaan ovi perässä, tarkkaillaan tilaa lämpökameralla ja paikannetaan sekä sammutetaan alkupalot.
- ✓ Lopuksi savutuuletus (voidaan tehdä laitteella itsellään)