masino
SUOMEN TPP

OHJEKIRJA

VENTIFLEX TUULETUS-KANAVAT



Suomen TPP Oy / Masino Group

Kirjoittajat:
Göran Hansson
Svein Haaland
Peder Lien

Translated by
Kääntäjä (norja – englanti)
Inter-Set Oversettelsesbyrå AS of Oslo, Norja
Marraskuussa 2001

Kääntäjä (englanti – suomi) Suomen TPP Oy, Suomi
Tammikuussa 2010
Päivitetty maaliskuussa 2026

SISÄLLYSLUETTELO

Johdanto 4

Tuotekuvaus 5

Valmistus 6

Materiaalit 6

Kiinnitysjärjestelmät 7

Tuuletuskanaviston suunnittelu 9

Ventiflex-muotokappaleet 9

Yleisiä ohjeita 10

Asennus 11

Tarkastukset ja ylläpito 15

Korjaaminen 16

Vahingoittuneen tuuletusputken vaihto 17

Purkaminen 19

Vaadittavan ilmavirran lasku 20



JOHDANTO

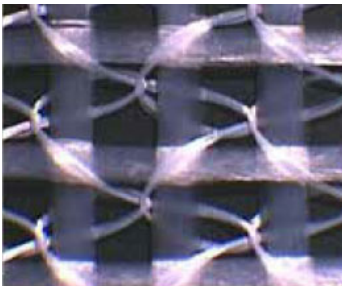
Yli 80 vuoden kokemuksella Protan on kehittänyt innovatiivisia ratkaisuja, jotka on mukautettu globaaleille markkinoille ja vaativiin kohteisiin. Teemme tiivistä yhteistyötä asiakkaidemme ja toimittajiemme kanssa pysyäksemme teknologian, ympäristön ja osaamisen eturintamassa. Ainutlaatuisen kokemuksen ja näkemyksen ansiosta pystymme toimittamaan joustavia, räätälöityjä ratkaisuja, jotka on mukautettu asiakkaittemme tarpeisiin. Protanin tuuletuslinjastot tarjoavat toimivia ratkaisuja, koska ymmärrämme raaka-aineiden ja valmiiden tuotteiden laadun välisen yhteyden tärkeyden. Materiaalien laatu on meille ensiarvoisen tärkeää.

TUOTEKUVAUS

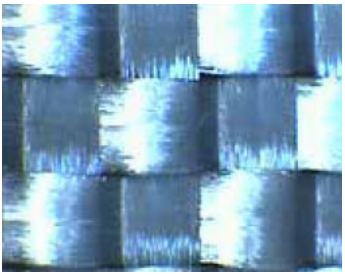
Ventiflex-tuuletusputket on valmistettu polyesterilangasta kudotuista tai punotuista kankaista, jotka on päällystetty PVC-materiaalilla (polyvinylchloride). Tavallisesti sen väri on ulkopuolelta keltainen ja sisäpuolelta musta.

Polyesterikangas antaa tuuletusputkille sen mekaanisen kestävyyden. Päällystetty tekstiili tekee putkesta ilma- ja vesitiiviin, ja suojaa sitä UV-säteilyltä.

Paksumpi pinnoite takaa paremman kulutuskestävyyden. Pinnoite koostuu PVC:stä, pehmentimestä, vakaimesta, paloa hidastavista aineista ja pigmenttiaineesta.



Kudottu kangas.



Punottu kangas.

Pyrimme tarjoamaan parhaan mahdollisen laadun jatkuvan tuotekehityksen ja innovaatioiden avulla.

- Erinomainen kestävyys
- Kevyt rakenne
- Hyvä joustavuus
- Helppo käsiteltävyys

VALMISTUS

Kaksi metriä leveä tekstiili pinnoitetaan molemmin puolin Protanin materiaalimäärittelyn mukaisesti.

Erikoisvalmisteinen kone kääntää ja hitsaa eri pituisia pinnoitettuja tekstiilejä kanavaksi, johon on merkitty tuotenimi Ventiflex, laatumerkintä sekä tuotantopäivämäärä. Ripustusjärjestelmä asennetaan automaattisesti kanavaan, leikataan oikeaan pituuteen ja lopuksi pakataan lähetystä varten.

Tehtaan tuotanto ja valvonta ovat EN 13491/13967 sertifioidut.



MATERIAALIT

Ventiflex-tuuletusputkissa käytetyt materiaalit täyttävät nykyaikaisten tunnelityömaiden ja kaivosten vaatimukset.

Kangas tarjoaa vaadittavan vetolujuuden suurien sisäisten paineiden varalle. Suuremmat putkien halkaisijat vaativat vahvempaa kangasta ja näin ollen tiheämmän kuiturakenteen. Erityinen punottu kangas antaa materiaalille suuren repäisylujuuden ja estäen siten pienten reikien ja halkeamien kasvun, sekä koko putken repeämisen.

Pinnoite antaa erittäin hyvän suojan useimpia kemikaaleja, vettä, auringonvaloa (UV-säteilyä) ja kaasuja vastaan. Paksumpi pinnoite antaa paremman suojan kulumista vastaan.

Kaikki Ventiflex-tuoteet ovat itsestään sammuvia, eli ne palavat vain niin kauan kun putki on altistettu suoraan liekeille, mutta sammuu, kun palon lähde poistetaan. Näin se siis eroaa useimmista muista orgaanisista aineista, jotka jatkavat palamistaan.

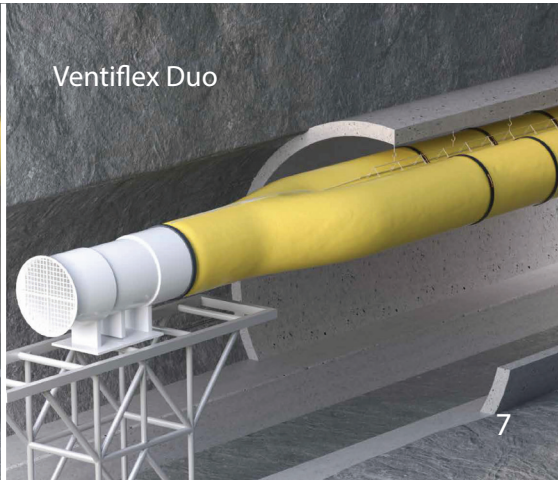
KIINNITYSJÄRJESTELMÄT

Hyvin toimiva tuuletuslinjasto on erittäin tärkeä, sekä työntekijöille, että koneille. Se tarjoaa parempilaatuista ilmaa työmaalle, vähentää loukkaantumisia ja vaatii vähemmän tehoa puhaltimelta verrattuna tehottomampaan järjestelmään.

Jos tuuletuslinjasto on hyvälaatuinen, tulisi valita hieman vaadittua suurempi puhallin. Tämä mahdollistaa puhaltimen pienemmän kierrosnopeuden, joka tarkoittaa merkittävää säästöä sähkökuluissa.

Parempi tuuletusjärjestelmä mahdollistaa pienemmät kokonaiskustannukset, vaatii vähemmän huoltotoimenpiteitä ja tarjoaa enemmän raikasta ilmaa työmaalle.





Mitä on hyvä laatu?

Hyvälaatuisessa tuuletusjlinjassa on aina:

- kudottu ja PVC-pinnoitteella vakautettu rakenne. Tämä takaa geometrisesti vakaan putken, joka tarjoaa vähemmän pyörteitä.
- PVC-pinnoite, joka mahdollistaa kuidun liikkumavaran. Kuitujen rakenteen ansiosta kangas kestää suurempaa rasitusta.
- muovipinnoitteen, joka on tarpeeksi paksu suojaamaan kudosta ja PVC-pinnoitetta kulumiselta sekä ulkoiselta rasitukselta ja takaa tulenkestävyyden.

PVC-pinnoitteella vahvistettu punottu kudos, jossa on kuitupoimuja vahvempi kudelanka, takaa kestävimmän ja optimaalisen materiaalin tuuletusputkiin.

Tuuletusputken halkaisijan tulisi aina olla mahdollisimman suuri suuri, sillä se mahdollistaa suuremman ilmavirran tai saman ilmamäärän huomattavasti pienemmillä energiakustannuksilla.

Jos tila ei mahdollista tarvittavan suurta halkaisijaa, voidaan käyttää kahta putkea pienemmällä halkaisijalla. Korkeampi kustannus maksaa itsensä takaisin pienemmällä energiankulutuksella. Suuri paine aiheuttaa rasitusta koko tuuletusputkijärjestelmälle ja kustannukset muodostuvat pääasiassa energiankulutuksesta.

Peukalosääntö: Laskemalla tuulettimen kierrosnopeutta 20 %, säästetään n. 50 % energiakuluissa.

TUULETUSKANAVISTON SUUNNITTELU

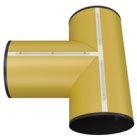
Tuuletuslinjasto suunnitellaan siten, että virtasvastus on mahdollisimman pieni. Tärkeitä huomioitavia asioita ovat:

1. Linjaston suoruus
2. Riittävä koko
3. Oikealaisten muoto-kappaleiden käyttö

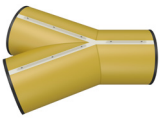
Pyri välttämään pakotettuja käännöksiä varsinkin linjaston alkupäässä. Muotokappaleita kannattaa käyttää virtauksen esteiden minimoimiseksi käännöksissä ja haaroituksissa. T-kappaleiden käyttöä suositellaan vain lähellä linjaston loppupäätä.

VENTIFLEX-MUOTOKAPPALEET

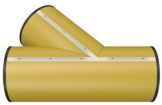
T-kappale



Y-kappale



Oksa

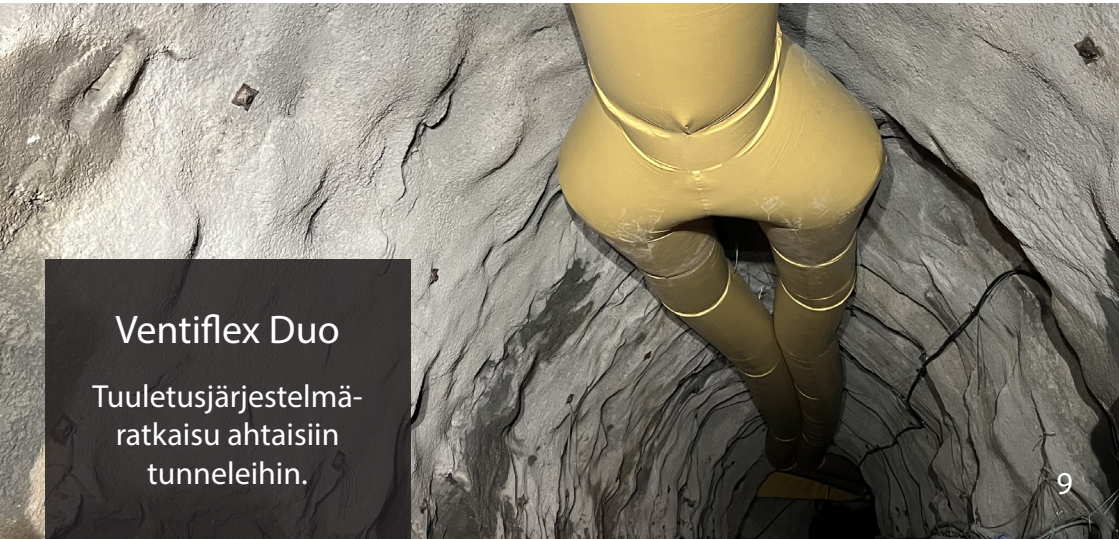


Käyrä



Supistaja





Ventiflex Duo

Tuuletusjärjestelmä-ratkaisu ahtaisiin tunneleihin.

YLEISIÄ OHJEITA

Tuuletusjärjestelmän tehtävänä on kuljettaa tarvittava määrä raitista ilmaa tunnelissa työskenteleville sekä laiteille, jotka eivät toimi sähköllä. Kunnollinen tuuletuslaskelma ottaa huomioon pienet vauriot, joita voi muodostua laitteiden osuessa putkistoon. Jos putkessa on liian monta tai laajaa vauriota, ilma karkaa niiden kautta, jolloin sitä ei välttämättä riitä etäisimmissä työkohteissa työskenteleville.

ESIMERKKI

Kuinka suuri on vuoto putkessa, jonka halkaisija on 1 m ja paine 3000 Pa?

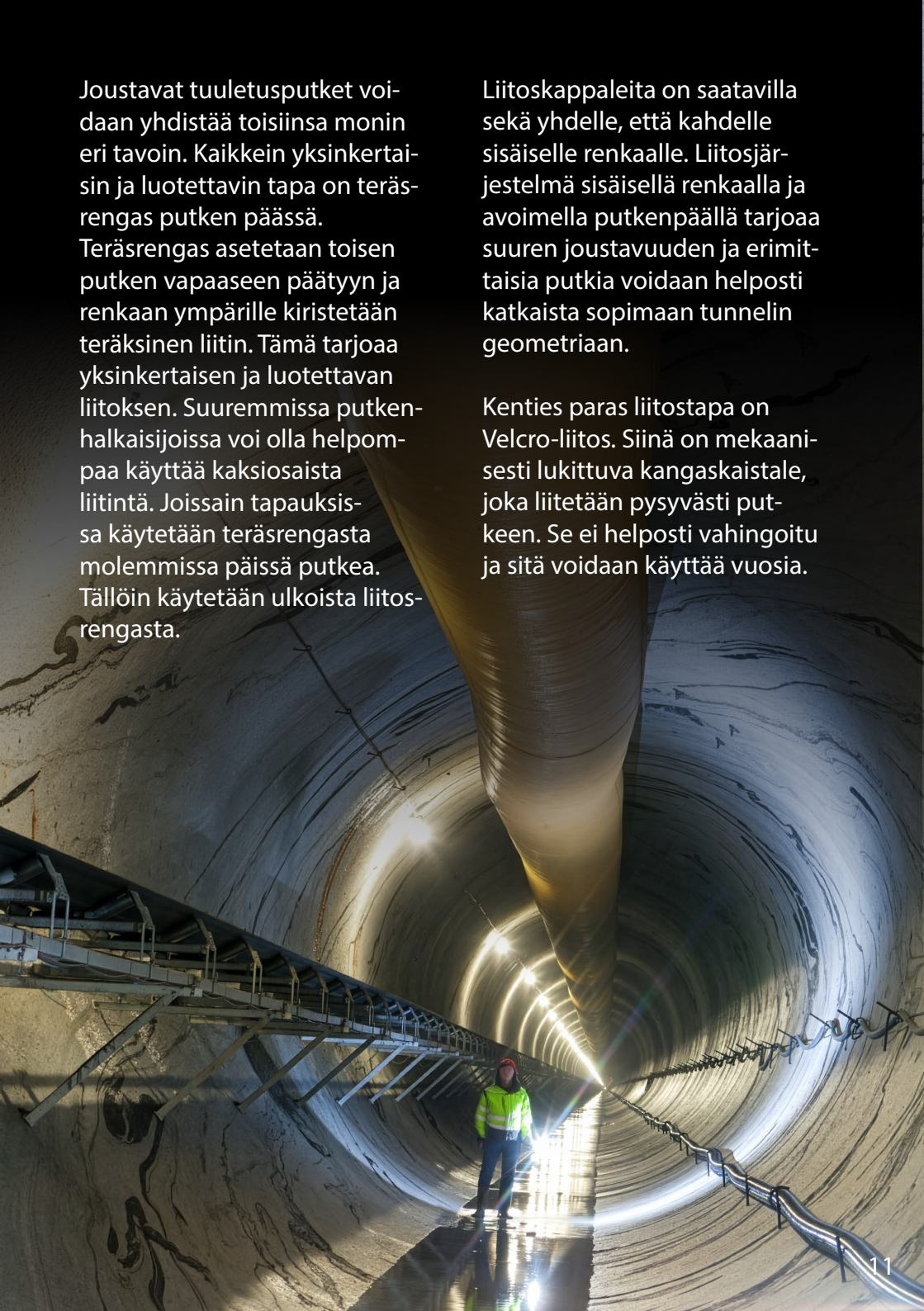
Noin 10 cm repeämän kautta karkaa 0,5 m^3 ilmaa joka sekunti. N. 30 cm repeämän kautta karkaa 5,0 m^3 ilmaa joka sekunti, eli 10 kertaa enemmän.

Siksi on erittäin tärkeää, että tuuletusputkea huolletaan säännöllisesti ja vahingoittuneet alueet korjataan mahdollisimman nopeasti. Ylläpitokulut ovat pieniä verrattuna säästetyihin energiakustannuksiin. Puhaltimen kapasiteetin nosto 10 %:lla tarkoittaa 22 %:n kasvua käyttötehossa. Suurempi määrä vaurioita kasvattaa myös vakavien vahinkotapauksien riskiä, joka saattaa aiheuttaa työseisokin ilmanpuutteen vuoksi.

Joustavat tuuletusputket voidaan yhdistää toisiinsa monin eri tavoin. Kaikkein yksinkertaisin ja luotettavin tapa on teräsrengas putken päässä. Teräsrengas asetetaan toisen putken vapaaseen päätyyn ja renkaan ympärille kiristetään teräksinen liitin. Tämä tarjoaa yksinkertaisen ja luotettavan liitoksen. Suuremmissa putkenhalkaisijoissa voi olla helpompaa käyttää kaksiosaista liitintä. Joissain tapauksissa käytetään teräsrengasta molemmissa päissä putkea. Tällöin käytetään ulkoista liitosrengasta.

Liitoskappaleita on saatavilla sekä yhdelle, että kahdelle sisäiselle renkaalle. Liitosjärjestelmä sisäisellä renkaalla ja avoimella putkenpäällä tarjoaa suuren joustavuuden ja erimittaisia putkia voidaan helposti katkaista sopimaan tunnelin geometriaan.

Kenties paras liitostapa on Velcro-liitos. Siinä on mekaanisesti lukittuva kangaskaistale, joka liitetään pysyvästi putkeen. Se ei helposti vahingoitu ja sitä voidaan käyttää vuosia.

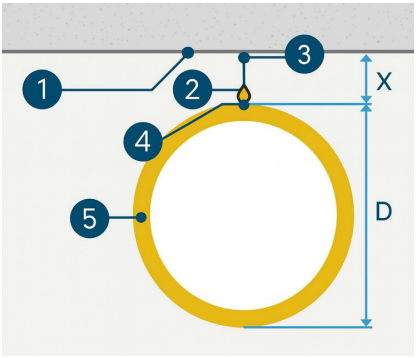


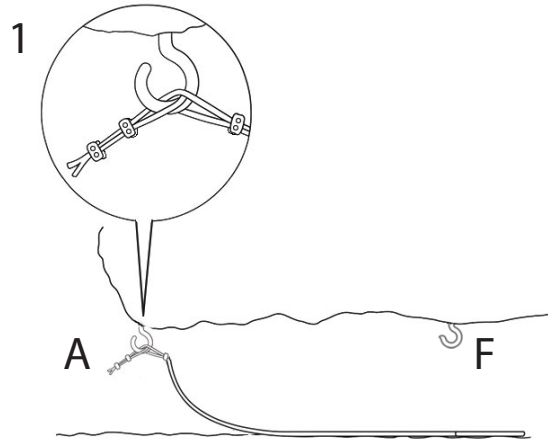
A) Harusvaijerin ripustus

1. Tunnelin katto
2. Koukut
3. Vaijeri/ankkuri
4. Ripustusnauha
5. Ventiflex-putki

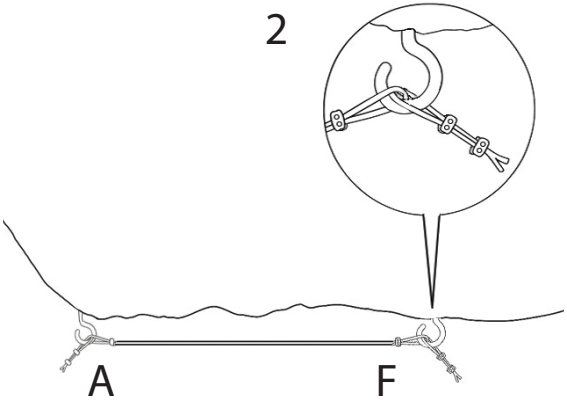
D = putken halkaisia

X = Putken ja katon välimitta

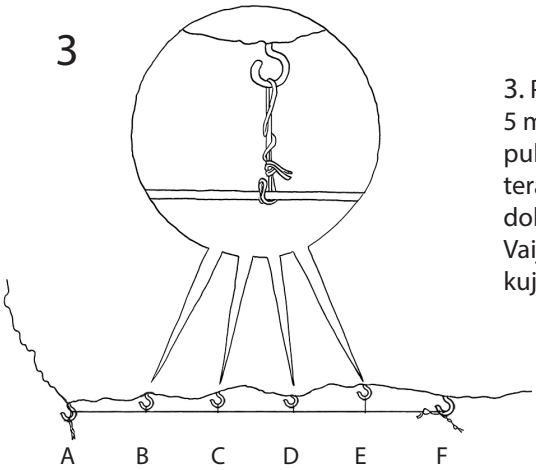




1. Kiinnitä vaijeri vaijerilukolla pulttiin A. Poraa ja aseta pultti F tunnelin alimpaan kohtaan tunnelin katossa, n. 25 metrin päähän pultista A, A-pultin keskilinjalle.



2. Kiristä vaijeri asianmukaisilla työkaluilla ja kiinnitä se vaijerilukolla pulttiin F.

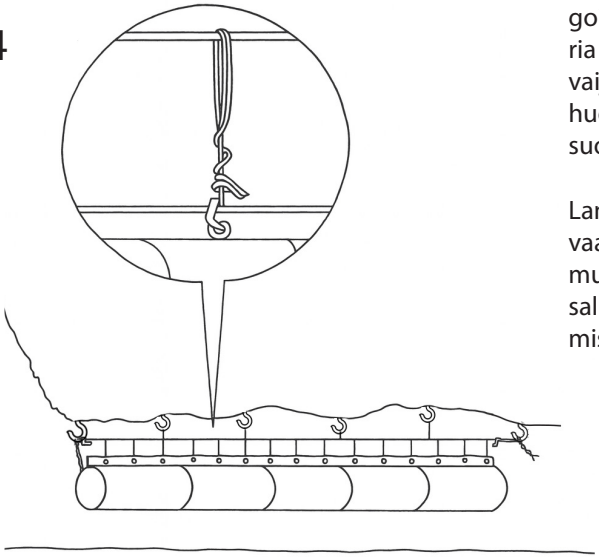


3. Poraa reiät pulteille B-E noin 5 metrin välein. Kiinnitä vaijeri pultteihin B-E 3 mm galvanoidulla teräsvaijerilla, suorimmalla mahdollisella linjalla A:n ja F:n välillä. Vaijeria ei saa vetää pulttien koukkujen läpi.

Kiinnitä putki ripustuslangoilla tai palomieshaalla, jotka säädetään siten, että tuuletusputki roikkuu täysin suorassa.

B) Putkien asennus

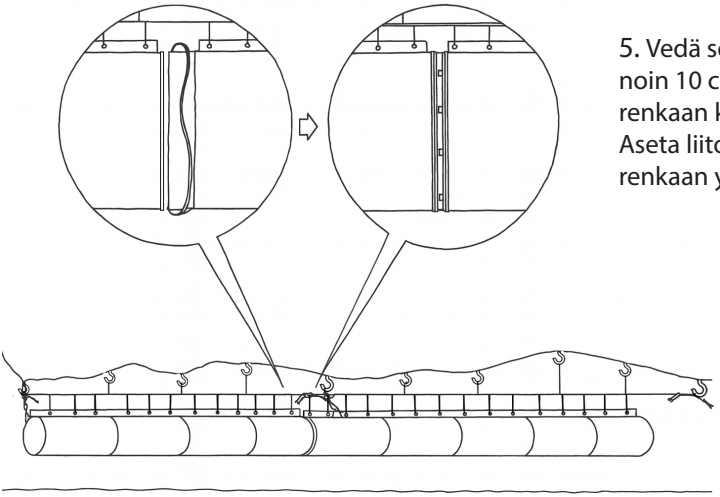
4



4. Kiinnitä putki ripustuslangoilla. Käytä ripustusvaijeria säätääksesi etäisyyttä vaijerin ja putken väliä pitäen huolta, että putki roikkuu aina suorassa.

Lankaa ei saa sitoa vaijeriin, vaan vaijerin ympärille tulee muodostaa silmukka, jotta se sallii putken vapaan liikkumisen.

5



5. Vedä seuraava putkiosio noin 10 cm sisäkkäin terärenkaan kohdalta mitattuna. Aseta liitoskappale terärenkaan ylle ja kiristä.

TARKASTUKSET JA YLLÄPITO

Kun tunnelia louhitaan, tuuletusputken pituus kasvaa jatkuvasti kuten myös putkiston paine. Pienet naarmut putken pinnassa saattavat ratketa auki johtuen kasvavasta paineesta ja näin ollen naarmusta voi muodostua reikä. Tästä syystä säännölliset tarkastukset tulisi suorittaa koko putken pituudelta, myös yläpuolelta, esimerkiksi kerran viikossa. Olosuhteet määrittelevät tarkemmin kuinka usein tarkistukset tulisi tehdä.

Tarkastuksen yhteydessä tulisi korjata kaikki vahingot, kuten

- korjata putkessa olevat reiät.
- suoristaa putkessa olevat taitokset ja terävät kaarrokset.
- korjata vialliset ja vahingoittuneet liitokset.
- vaihtaa/korjata vialliset/ vahingoittuneet ripustuslangat.
- siirtää kaikki pulttia vasten nojaavat ripustuslangat.
- kiristää löystyneet pultit ja ripustuslangat.
- tarkistaa puhallin, moottori, ritilä ja muu laitteisto.

Tarkastuksen yhteydessä tulisi myös tarkistaa ja taltioida ilmanpaine tuuletuskanavassa ja tuulettimen virrankulutus.



KORJAAMINEN

Pienien repeytymien korjaamiseen käytä kuumailmapuhallinta, painetelaa ja korjauspaikkaa.

Putkiston reiät ja vauriot tulee korjata niin pian kuin mahdollista. Repeämät on helpointa korjata Leister Triac –kuumailmapuhaltimella, kun putkisto on ripustettu ja ilma virtaa.

1. Leikkaa vahingoittunut alue pois, jos se on rispaantunut.
2. Pese ympäröivä alue puhdistusnesteellä.
3. Jos reikä on auennut, parsi se yhteen käyttäen tarvittaessa pientä palaa kangasta.
4. Mittaa sopiva paikka. Jätä 5 cm:n vara joka suuntaan. Paikan kulmat tulee pyöristää.
5. Hitsaa paikka pistemäisesti kiinni tekstiiliin siten, että se on kunnolla kiinni.
6. Hitsaa paikka kiinni kankaaseen pitämällä puhallinta paikan ja kankaan välissä aloittaen reiän kohdalta kulkien kohti paikan reunaa.

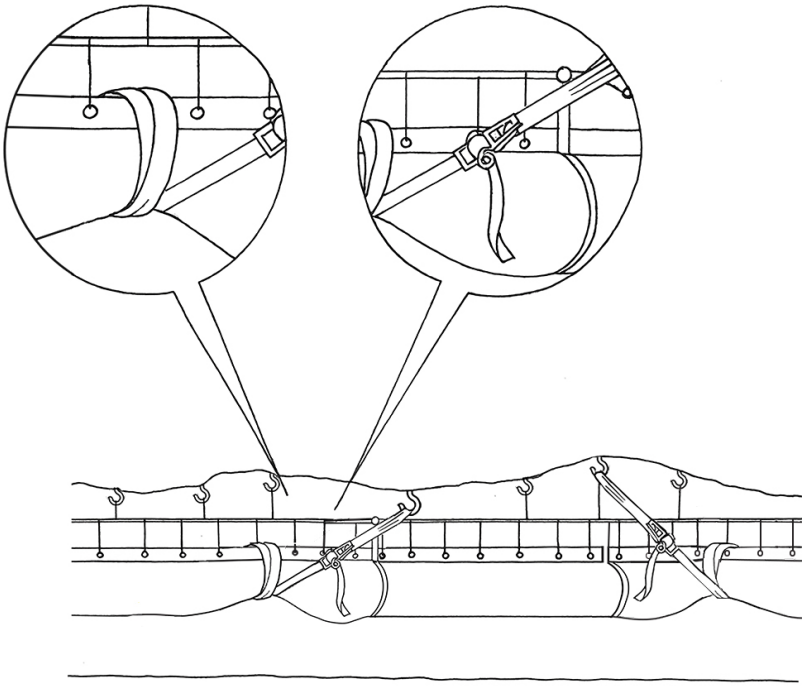
Seuraa lämmityskohtaa paikan päältä painetelalla noin 1 –1,5 cm päästä. Aloita paikan keskeltä ja kiinnitä ulospäin kohti jokaista reunaa.

Hyvin asennettu paikka on yhtä kestävä kuin itse kangas. On erittäin tärkeää, että kuumailmapuhaltimen lämpötila on asetettu oikein ja säädetty tekijän taitotasoa vastaavaksi. Paikkauksen aikana syntyy pieni määrä savua, jolle ei tule altistua pitkiä aikoja. Anna tunnelin vedon imeä savu. Anna kuumailmapuhaltimen viilentyä ennen sen poiskytkentää.



Leister Triac -kuumailmapuhallin.

VAHINGOITTUNEEN TUULETUSPUTKEN VAIHTO



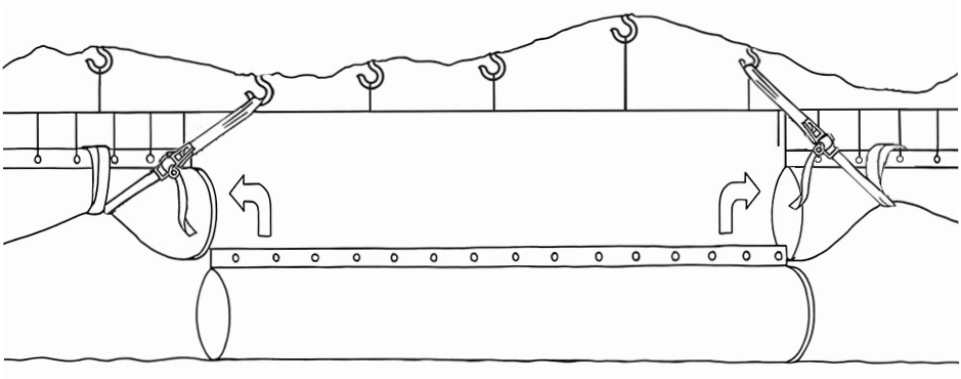
Vahingoittuneen putken irrottaminen.

Keskellä tuuletuslinjaa olevan vahingoittuneen tuuletusputken osion viereiset osat kiinnitetään hihnoilla yläpuolella oleviin pultteihin.

Kun yhtä tai useampaa tuuletusputken osaa vaihdetaan, on erittäin tärkeää, että viereiset osat on varmistettu ennen putken irrottamista. Seuraavat toimenpiteet vaaditaan:

1. Kiinnitystä varten tarvitaan hihnoja, esimerkiksi räikällisiä nostoremmejä.
2. Kiinnitä hihna vahingoittuneen osion viereiseen putkeen noin 5 metrin päästä liitoskohdasta.

3. Kiristä hihnan toinen puoli vahingoittuneen putken yläpuolella olevaan pulttiin käyttäen räikkää.
4. Viereiset putket vedetään kohti irrotettavaa putkea siten, että tuuletuslinjassa on riittävästi tilaa.
5. Irrota liitokset ja laske korjattava putki alas.
6. Ripusta uusi putki ja kiinnitä niin hyvin kuin mahdollista ennen putkien liittämistä toisiinsa.
7. Löysennä hihnat ja nostoremmit, ja poista ne.
8. Tarkista tuuletuslinja noin viikon kuluttua. Jos linja on löystynyt tai kiertynyt, putki tulee suoristaa.



Uuden putken asennus.

PURKAMINEN

Purkua varten tulisi kaikki putken osat lajitella ja merkata (kun kaikki osat on vielä ripustettu), jotta ne voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan.

Luokka 1:
Ehjät putket, jotka ovat täysin vahingoittumattomia.

Luokka 2:
Vaurioituneet putket, jotka täytyy korjata.

Luokka 3:
Vaurioituneet putket, jotka ovat niin huonossa kunnossa, ettei niitä kannata enää korjata.

Kaikkien lavojen sisältö täytyy selvästi merkitä näkyviin, ml. laatu, koko, putkien lukumäärä (metreinä) ja luokka.

Työympäristön näkökulmasta kaikki putkiston osat tulisi puhdistaa ennen uudelleenkäyttöä. Tämä on helpointa tehdä kun putket on vielä ripustettu ja heti irrottamisen jälkeen. Siirtämiseen käytettävät ajoneuvot ja/tai välineet tulisi myös puhdistaa. Putket tulee irrottaa ja pakata yksitellen merkiten aina luokitus näkyviin. Putket laitetaan lavoille, jotka lopuksi paketoidaan. Putkia ei ole tarpeellista kuivata ennen varastointia. Jos putkien puhdistaminen ei ole mahdollista putkien ollessa ripustettuina, puhdistus tulee tehdä ennen pakkaamista.

Uusiokäytön kannalta on tärkeää korjata vahingoittuneet putket. Käytetyt putket tulisi käyttää mieluiten uuden linjaston loppupuolella.

VAADITTAVAN ILMAVIRRAN LASKU

On erittäin tärkeää, että maan alla työskentelevillä on riittävästi raitista ilmaa hengitettäväksi. Jos ilma on täynnä pakokaasua, räjäytyskaasuja tai pölyä, se kasvattaa hengenvaarallisten onnettomuuksien riskiä.

Tuuletuslaskelmat maan alaiseen työhön tehdään tavallisesti käyttäen apuna tietokoneohjelmaa. Vaadittavan ilman määrä on helppo laskea yksinkertaisella laskukaavalla, joista esimerkkejä seuraavalla aukeamalla.

Vaarallisten kaasujen ja pölyn tehokkaaseen poistoon vaaditaan tavallisesti 0,3–0,6 m/s ilman paluunopeus (metaaniriskin tapauksessa 1 m/s).

Tavoitteena on laskea kuinka paljon ilmaa tarvitaan kuutiometreinä tunnelin pohjalla, jotta paluuvirtaus on riittävä, ja jotta haitallisten kaasujen poistuminen on niin tehokasta, että ilman hengittäminen on mahdollista ilman terveysriskiä.

Diesel-kaasujen poistoon tarvitaan vähintään 4 m^3 ilmaa/kW/



minuutti (6 m^3/kW/min. moottorille ilman pienhiukkassuodatinta) tunnelin pohjalla. Aluksi määritellään arvio yhteensä käytettävistä kilowateista, jonka jälkeen lasketaan vaadittava määrä ilmaa sekunnissa.

Jokainen henkilö tunnelissa tarvitsee minuutissa 3–5 m^3 ilmaa, joten laskemalla voidaan määrittää kuinka paljon ilmaa vaaditaan yhteensä. Nämä kaksi tulosta summataan ja summaan lisätään noin 10 % kaasujen poistoa varten. Näin saadaan tunnelin pohjalla olevan ilmavirtauksen minimimäärä kuutiometreinä minuutissa.

Jotta tiedetään kuinka monta kuutiometriä ilmaa tuulettimesta täytyy saada sekunnissa, tulee tuuletusputkessa olevien vuotojen määrä huomioida.

Hyvin asennetussa tuuletusputkessa on vuotoja alle 1 %/100 metriä. Huonolaatuisessa tuuletusputkistossa täytyy laskea mukaan suurempi vuotovara. Tämä määrä lisätään jo laskettuun ilmavirtaukseen. Saatuun vähimmäisvirtaukseen tulee lisätä turvallisuusmarginaalia.



Laskukaavat näyttävät seuraavanlaisilta:

Laskukaavat:

a) *Staattinen paine tuuletusputkessa:*

$$\Delta p = \lambda \cdot \Delta x/D \cdot \rho/2 \cdot U_x^2$$

Δx = pituus (m)
Δp = painehäviö Δx yli
λ = keskimääräinen kitkakerroin
D = putken halkaisija (m)
ρ = ilman painavuus kuutiometriä (1 m^3) kohden (kg)
U_x = keskimääräinen nopeus tutkittavassa pituudessa (m)

b) *Dynaaminen paine tuuletusputkessa:*

$$\Delta p = \rho/2 \cdot U^2$$

c) *Painehäviö sisäänmenossa, mutkissa, ulostuloissa ja halkaisijan vaihteluissa jne. Näille jokaiselle voidaan laskea:*

$$\Delta p = \zeta \cdot \rho/2 \cdot U^2$$

ζ = Zeta-kerroin yksittäiselle häviölle

d) *Kokonaispaineen (pt) laskemiseksi tulee summata:*

$$pt = \Delta p + \Delta p \text{ dynamic} + \Delta p_2 + \Delta p_2 .....$$

e) *Puhaltimen virrankulutuksen määrittäminen perustuu seuraavaan kaavaan:*

$$N = (Q \cdot Pfan)/(\eta v \cdot \eta m)[kW]$$

Q = puhaltimen ilmavirta (m^3/s)
Pfan = tuulettimen kokonaispaine (Pa)
ηv = tuulettimen hyötysuhde (0,4 → 0,85)
ηm = moottorin hyötysuhde (n. 0,95)

Turhan suurien energiakustannuksien välttämiseksi tulee aina valita niin suuri tuuletusputken halkaisija kuin mahdollista. Suuremman halkaisijan putkella ilma virtaa vapaammin ja näin ollen vaatii vähemmän tehoa puhaltimelta.

Jos tuuletusjärjestelmän paine on liian suuri (vaatii paljon tehoa tuulettimesta), halkaisijaa tulee kasvattaa. Jos tämä ei ole mahdollista tilanpuutteen vuoksi, täytyy asentaa kaksi tuuletuslinjaa yhden sijaan.

Sama ilman määrä kahdessa putkessa yhden sijaan tarkoittaa 1/2 ilman määrää, 1/4 painetta ja 1/8 energiankulutusta (tehoa tuulettimesta).

Hyvälaatuisen tuuletusjärjestelmän hankinta ja sen aktiivinen huolto on myös taloudellisesti järkevä sijoitus. Hyvälaatuinen, oikein asennettu ja vuotamaton tuuletuslinja takaa työntekijöille hyvän työympäristön lisäksi suuria säästöjä energiankulutuksessa, joten 20-40 % ero hankintahinnassa on vähäpätöinen.



masino
SUOMEN TPP

Suomen TPP Oy
Kärkikuja 3
01740 Vantaa

+358 (0)400 407 235
info@suomentpp.fi
www.suomentpp.fi