



VENTIFLEX MANUAL

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

Tämän ohjeen sisältö perustuu tämänhetkiseen ohjeistukseen. Protan AS ei ota vastuuta mahdollisista muutoksista, kuten kaupankäynnin ohjesääntöjen muuttumisesta ja varaa itselleen oikeuden tehdä muutoksia.

Vastuusitoumuskanteita ei voi nostaa Protania vastaan.

Mitään tämän dokumentin tietoja ei tule jatkokäyttää ilman Protan AS:n erillistä suostumusta.

Sisältö

	sivu
Johdanto	5
Tuotekuvaus	6
Valmistus	7
Materiaalit	8
Laadunvalvonta	9
Laatu-, koko- ja liitosjärjestelmät	10
Toimittajat	12
Yleisiä ohjeita	13
Asennus	14
Tarkastukset ja ylläpito	18
Korjaaminen	19
Vahingoittuneen ilmanvaihtoputken vaihtaminen.....	23
Purkaminen	25
Varastointi	26
Tarvittavan ilmavirran laskeminen	27
Lähdelistä	30

Johdanto

Protan on perustettu vuonna 1939. Sen ensimmäinen tuote oli lateksikylästetty pellavakankainen pelastusliivi. Siitä lähtien kankaiden tekninen pinnoittaminen on muodostanut yhtiön ydinosuamisen.

Tällä hetkellä yrityksellä on neljä tuoteryhmää:

- Kattopäällysteet
- Seinäpäällysteet
- Tekniset kankaat ja
- Ventiflex-tuuletusputkistot

Tuuletusputkia on tuotettu vuodesta 1949 lähtien. Vuosittain putkea valmistetaan yli 750 000 metriä, halkaisijaltaan 20 – 300 cm, eri pituuksissa, laaduissa ja eri kiinnitystavoilla.

Protan on yksi maailman suurimmista tuuletusputkien valmistajista. Tuuletusputkea myydään joka puolelle maailmaa.

Miksi?

Elinikäinen kokemus kutomisesta, päällystämisestä ja kuumailmapuhaltamisesta yhdistettynä työntekijöiden ammattitaitoon saa aikaan korkean laadun tuotteita ja tyytyväisiä asiakkai-

ta. Me toivomme, että tämän ohjeen tiedot tekevät sinusta, Ventiflexin käyttäjän näkökulmasta, yhä vakuutuneemman.



Protanin pääkonttori Drammenissa.

Kuva: Fjellanger Widerøe AS



Tehdaskompleksi Nesbyenissä.

Kuva: Fjellanger Widerøe AS

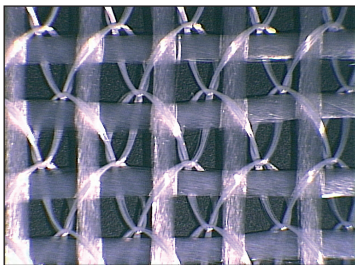
Tuotekuvaus

Ventiflex-ilmanvaihtoputket on tehty polyesterilangasta kudotuista tai punotuista kankaista, jotka on päällystetty pehmennetyllä PVC-rihmastolla (polyvinyl chloride). Tavallisesti sen väri on ulkopuolelta keltainen ja sisäpuolelta musta.

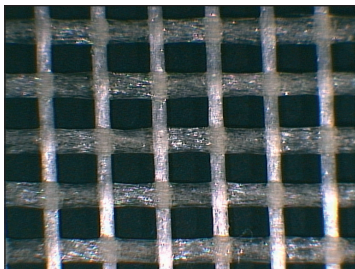
Polyesterikangas antaa ilmanvaihtoputkille sen mekaanisen kestävyuden. Erilaatuiset putket on valmistettu eri paksuisista kankaista. Yksityiskohtaisempaa tietoa löytyy materiaalimäärittelyistä, mm. senttimetriä kohden käytettyjen kuitujen määrän ja langan tyypin.

Päällystetty tekstiili tekee putkesta ilma- ja vesitiiviin, ja suojelee rihmastoa UV-säteilyltä, ja valon aiheuttamilta kemiallisilta muutoksilta. Lisäksi se mahdollistaa yksittäisten kankaiden kiinnittämisen yhteen ympärämuotoiseksi putkeksi. Paksumpi päällyste takaa paremman kulutuskestävyyden.

Pinnoite koostuu PVC:stä, pehmentimestä, vakaimesta, paloa hidastavista aineista ja pigmenttiaineesta.



Punottu kangas.



Kudottu kangas.

Valmistus

Kangas, tavallisesti n. 2 metriä leveä, päällystetään molemmin puolin Protanin materiaalmäärityiden mukaisesti. Tarkemmat määritykset löytyvät materiaalmäärityistä.

Päällystetyt kankaat syötetään erityisesti tätä vaihetta varten valmistettuun laitteeseen, joka muuntaa kankaat putkiksi, tulostaa niiden kylkeen tuotteenimen <<Ventiflex>>, laatumerkinnän ja tuotantopäivän (päivä, kuukausi ja vuosi). Putkeen kiinnitetään automaattisesti ripustusjärjestelmä ja se katkaistaan oikeaan kokoon, sekä lopuksi pakataan kuljetusta varten.

PVC-päällystettyjen kankaiden liittämiseen käytetään korkeataajuushitsausta, joka on kaikkein luotettavin menetelmä. Se on myös ainoa menetelmä, joka tuottaa yhtä vahvan liitoksen kuin materiaali itse. Kuumailmaliittämistä tulee käyttää ainoastaan korjauksiin, katso kohta <<Huolto>>.



Kankaan pinnoittaminen.



Kääntäminen ja liittäminen.



Kuljetusta varten pakattuna.

Materiaalit

Ventiflex-tuuletusputkissa käytetyt materiaalit on tehty täyttämään nykyai-
kaisten tunnelityömaiden ja kaivosten
vaatimukset.

Kangas tarjoaa vaadittavan vetolu-
juuden suurien sisäisien paineiden
varalle. Suuremmat putkien halkaisijat
vaativat vahvempaa kangasta ja täten
tiheämpää kuiturakennetta. Erityinen
kudottu kangas antaa materiaalille
korkean repeämiskestävyyden, ja tä-
ten ehkäisee pieniä reikiä ja halkeamia
kasvamasta, ja estäen koko putken
repeämisen.

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

Kaikki Ventiflex-tuotteet ovat itsestään
sammuvia (säännölliset testit riippu-
mattomassa laitoksessa), joka tarko-
ittaa, että ne palavat vain niin kauan
kun putki on altistettu suoraan liekeille,
mutta sammuu, kun palon lähde pois-
tetaan. Käytös ei siis vastaa suurinta
osaa muista orgaanisista aineista,
jotka jatkavat palamistaan.

Tulipalon sattuessa putkesta vapautuu
kaasuja, kuten vesihöyryä, hiilidi-
oksidia ja hydrokloridihapon jäämiä
(jälkimmäinen riippuu lämpötilasta
ja muiden materiaalien läsnäolosta,
esim. kuparin). Palossa muodostuu
myös savua, joka koostuu noesta ja
pehmentimestä.

Laadunvalvonta

Kaikki raakamateriaalit testataan perusteellisesti pitkän ajan kuluessa ennen hyväksymistä. Rihman ja kemikaalit toimittavat kansainvälisesti tunnetut yhtiöt.

Protanin tuotantojärjestelmä, ml. sen kaavat, menetelmät ja määrittelyt ovat ISO 9001 – standardin mukaisia.



Hyvin varusteltu laboratorio testaa perusteellisesti raakamateriaalit ja tarkistaa säännöllisesti pintakäsitellyt materiaalit.



Protan on myös ISO 14001 – ympäristösertifioitu.

Laatu-, koko- ja kiinnitysjärjestelmät

Paras mahdollinen ilmanvaihtoputkisto on erittäin tärkeää, sekä työntekijöille, että koneille. Hyvälaatuinen putkisto tarjoaa parempilaatuista ilmaa työmaalle, vähentää ja lieventää loukkaantumisia, sekä vaatii vähemmän tehoa tuulettimelta verrattuna huonolaatuisempaan järjestelmään.

Jos ilmanvaihtolaitteisto on hyvälaatuinen, tulisi valita hieman vaadittua suurempi tuuletin. Tämä mahdollistaa tuulettimen pienemmän kierrosnopeuden, joka tarkoittaa merkittävää säästöä sähkökuluissa.

Toisin sanoen parempi tuuletusjärjestelmä tarkoittaa jopa pienempiä kokonaiskustannuksia. Se vaatii vähemmän huoltoa ja tarjoaa enemmän raikasta ilmaa työmaalle. Lisäksi näin toimitaessa jää käyttöön hätävaraa, jota voidaan hyödyntää ennalta arvaamattomassa tarpeessa.

Mitä on hyvä laatu?

Ventiflex-tuuletusputkien vahvuus perustuu rihmastoon ja kudokseen. Molemmiin puolin oleva muovipäällyste suojaa rihmastoa ja kudosta kulumista, ja sisäistä rasiitusta vastaan.

Hyvälaatuisessa ilmanvaihtojärjestelmässä on aina:

- kudottu ja rihmastolla vakautettu rakenne. Tämä takaa geometrisesti vakaan putken, joka tarjoaa vähemmän pyörteitä.
- rihmastomalli, joka mahdollistaa kuidun liikkumavaran. Kuitujen rakenteen ansiosta kangas kestää suurempaa rasiitusta.
- muovipinnoitteen, joka on tarpeeksi paksu suojaamaan kudosta ja rihmastoa sekä kulumista, että ulkoista rasiitusta vastaan.
- muovipinnoitteen, joka on tarpeeksi paksu antaakseen tulenkestävyyttä.

Rihmastolla vahvistettu punottu kudoksesta, jossa on vahvempi kudokseksi kuin kuitupoimut, takaa kestävimpiä ja optimaalisimman materiaalin tuuletusputkiin.

Tuuletusputken halkaisijan tulisi aina olla mahdollisimman suuri. Suuremman halkaisijan putki mahdollistaa suuremman ilmavirran kuin pienempi putki, tai vaihtoehtoisesti se mahdollistaa saman ilmamäärän huomattavasti pienemmällä energiakustannuksilla.

Jos tila ei mahdollista tarvittavan suurta halkaisijaa, voidaan käyttää kahta pienemmän halkaisijan putkea. Nousut kustannus maksaa itsensä takaisin pienemmän energiankulutuksen muodossa.

Suuri paine aiheuttaa rasitusta koko tuuletusputkijärjestelmälle ja kustannukset muodostuvat pääasiassa energiankulutuksesta. Käytettäessä suuren halkaisijan tuuletusputkea, tai vaihtoehtoisesti useampia putkia, säästyy huomattava määrä energiaa ja sitä kautta rahaa.

Peukalosääntö: Laskemalla tuuletin kierrosnopeutta 20 %, säästyy n. 50 % energiakuluissa!

Toimittajat

Laadukas ja luotettava tuuletusjärjestelmä on epäilemättä paras sijoitus, jonka maanalaisessa hankkeessa voi tehdä. Sekä työntekijät, että koneet ovat tuottoisammillaan, kun ilmansyöttö on paras mahdollinen.

On olemassa useita esimerkkejä tapauksista, joissa on säästetty tuuletushankinnoissa 2-3 %, mutta jotka ovat sitten aiheuttaneet tuotantopysähdyksiä lähes pysähtyneen ilmavirran takia, johtuen suurista vuodoista. Jokainen työseisokki maksaa usein moninkertaisesti hyvän ja vähemmän hyvän tuuletusjärjestelmän erotuksen verran.

Parhaan takeen laadusta saa ostamalla tuuletusjärjestelmän toimittajalta, jolla on pitkä kokemus, ja jatkuva, sekä ammattitaitoinen tuotanto.

Hyvä lähtökohta on vaatia ISO 9001 -sertifikaatti. On myös hyvä kiinnittää huomiota ISO 14001 -sertifikaattiin, joka takaa, että toimittaja ei vain valmista tuotetta, vaan pitää huolen myös siitä, että sitä valmistetaan ja käytetään ympäristön kannalta hyväksyttävällä tavalla. Nämä sertifikaatit ovat tae siitä, että valmistajalla on hyvä

tietämys kuinka tuotetta käytetään, ja kokemusta niin asennus, kuin huolto-
tehtävistä.

Yleisiä ohjeita

Tuuletusputken tehtävään kuuluu tietyn määrän raitista ilmaa tuominen tunnelissa työskenteleville ihmisille, sekä laitteille, jotka eivät toimi sähköllä. Kunnollinen ilmanvaihtolaskelma ottaa huomioon pienet vauriot, joita voi muodostua laitteiden osuessa putkistoon. Jos putkessa on liian monta tai laajaa vahinkoa, ilma karkaa rei'istä ulos, eikä sitä välttämättä riitä tarpeeksi pisimmällä työskenteleville ihmisille.

Esimerkki: Kuinka suuri on vuoto putkessa, jonka halkaisija on 1 metri ja paine 3000 Pa?

N. 10 cm repeämän kautta karkaa 0,5 m³ ilmaa joka sekunti.

N. 30 cm repeämän kautta karkaa 5,0 m³ ilmaa joka sekunti, eli 10 kertaa enemmän.

Täten on siis erittäin tärkeää, että tuuletusputkea huolletaan säännöllisesti ja vahingoittuneet alueet korjataan niin nopeasti kuin mahdollista. Ylläpitokulut ovat pieniä verrattuna säästöön, joka saadaan säästetyistä energiakustannuksista. Tuulettimen kapasiteetin nosto 10 %:lla tarkoittaa 22 %:n nousua tehonkäyttöön. Su-

urempi määrä vahinkokohtia nostaa myös vakavien tapauksien riskiä, joka aiheuttaisi työseisokin ilmanpuutteen vuoksi.

Asennus

Joustavat tuuletusputket voidaan yhdistää toisiinsa monella eri tavalla. Kaikkein yksinkertaisin ja luotettavin tapa on teräsrenkas putken päässä. Teräsrenkas asetetaan toisen putken vapaaseen pätyyn ja renkaan ympärille kiristetään teräksinen liitin. Tämä tapa tarjoaa yksinkertaisen ja luotettavan liitoksen. Suurempien putkenhalkaisijoiden tapauksessa voi olla helpompaa käyttää kaksiosaista liitintä. Joissain tapauksissa käytetään teräsrengasta molemmissa päissä putkea. Tässä tapauksessa käytetään ulkoista liitosrengasta.

Liitoskappaleita on saatavilla sekä yhdelle, että kahdelle sisäiselle renkaalle.

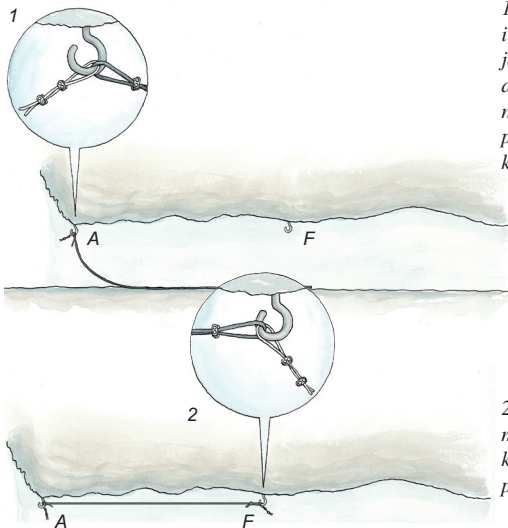
Liitosjärjestelmä sisäisellä renkaalla ja avoimella putkenpäällä tarjoaa suuren joustavuuden ja erimittaisia putkia voidaan helposti katkaista sopimaan tunnelin geometriaan.

Vetoketjuliitosta on käytetty vuodesta 1984 ja se voi olla hyvä vaihtoehto pitkiin tuuletusputkiin, joissa on suuri halkaisija. Sopivia hankkeita ovat mm. pitkät ja suorat TBM-tunnelit.

Vetoketju kiinnitetään pysyvästi putken päähän ja liittäminen toiseen putkeen on erittäin yksinkertaista.

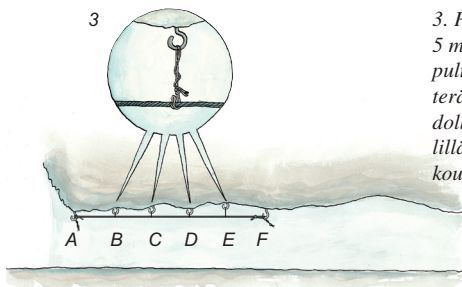
Kenties paras liitostapa tällä hetkellä on Velcro-liitos. Siinä on mekaanisesti lukittuva kangaskaistale, joka liitetään pysyvästi putkeen. Se ei helposti vahingoitu ja sitä voidaan käyttää useita vuosia.

A) Harusvaijerin ripustus

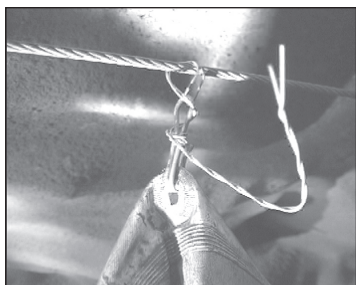


1. Kiinnitä vaijeri vaijeri-
ilukolla pulttiin A. Pora
ja aseta pultti F tunnelin
alimpaan kohtaan tun-
nelin katossa, n. 25 metrin
päähen pultista A, A-pultin
keskilinjalle.

2. Kiristä vaijeri asian-
mukaisilla työkaluilla ja
kiinnitä se vaijeri-
lukolla pulttiin F.

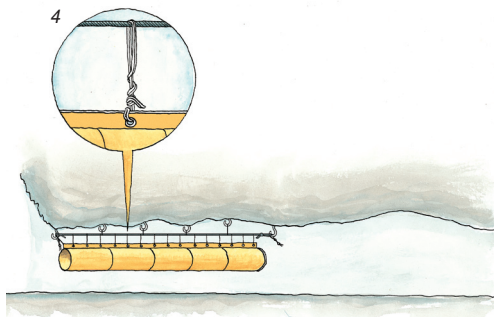


3. Pora reiät pulteille B-E noin 5 metrin välein. Kiinnitä vaijeri pultteihin B-E 3 mm galvanoidulla teräsvaijerilla, suorimmalla mahdollisella linjalla A:n ja F:n välillä. Vaijeria ei saa vetää pulttien koukkujen läpi.

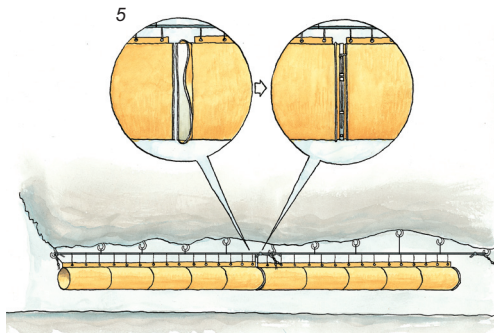


Kiinnitä putki ripustuslangoilla, jotka säädetään siten, että tuuletusputki roikkuu täysin suorassa.

B) Putkien asennus



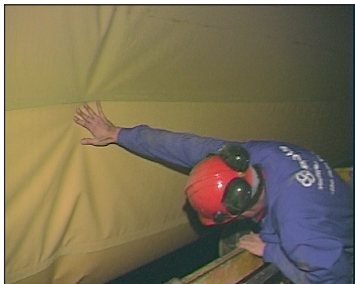
4. Kiinnitä putki ripustuslangoilla. Käytä ripustusvaijeria säätääksesi etäisyyttä vaijerin ja putken väliä pitäen huolta, että putki roikkuu aina suorassa. Lankaa ei saa sitoa vaijeriin, vaan vaijerin ympärille tulee muodostaa silmukka, jotta se sallii putken vapaan liikkumisen.



5. 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 ja täten myös putkiston paine kasvaa. 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.



Tarkastukset ja ylläpito

Tarkastuksen yhteydessä tulisi korjata kaikki vahingot, kuten

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

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

Korjaaminen

Ventiflex'n käsikorjaus kuumailmapuhaltimella



Leister Triac 1460 W -käsikäyttöinen kuumailmapuhallin, painetela ja paikkaosa.



Paikan kuumailmapuhaltamista, painetelan käyttö.



Putken pinnan peseminen repeämän ympäriltä.



Paikan hitsaaminen kuumailmapuhaltimella ulkoapäin nähtynä.



Korjauskurssi Protanilla.

Kaikki 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 VENTANON-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 kangas itse. On erittäin tärkeää, että kuumailmapuhaltimen lämpötila on asetettu oikein ja säädetty tekijän taitotasoa vastaavaksi.

Paikkauksen aikana syntyy pieni määrä savua. Savulle ei tule altistua pitkiä aikoja. Anna tavallisen tunnelin vedon imeä savu. Anna kuumailmapuhaltimen viilentyä ennen sen poiskytkemistä.

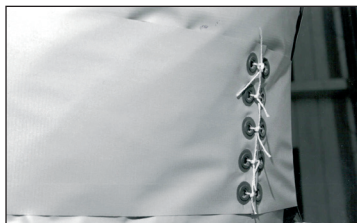
Korjaus käyttäen VENTLIM:iä



VENTILIM- ja VENTANON-säiliöitä, painepanta ja liimasuti.



Liiman levittäminen



Painepanta asennettuna.

Jos tekstiili on kuiva, se voidaan korjata liimaamalla seuraavalla tavalla:

1. Leikkaa vahingoittunut alue pois, jos se on rispaantunut.
2. Pese ympäröivä alue VENTANON-puhdistusnesteellä.
3. Mittaa sopiva paikka. Jätä joka suuntaan vähintään 6 cm:n vara liimaa varten.
4. Levitä VENTILIM-liimaa sekä kankaaseen, että paikkaan. Anna liiman jähmettyä joitain minuutteja, kunnes sen koostumus on tahmeaa. Paina paikka reiän päälle. On hyödyllistä käyttää painetelaa paikan päällä.
5. Aseta painepanta putken ympärille siten, että se peittää koko paikan. Anna pannan olla useita päiviä.

Jos reikä on liian suuri tai putken kangas on kauttaaltaan märkä, putki tulisi irrottaa ja kuivata. Korjaa putki samalla tavalla kuin edellä on kuvattu, sillä erolla, että painepannan sijaan käytetään painoa. Pidä huolta, että paikka ei tartu vastakkaisen puolen kankaaseen.

Jos VENTILIM-liima paksuuntuu säiliössä, sitä voidaan ohentaa VENTANON-puhdistusnesteellä. Paikk-austarvikkeet on saatavissa pakettina. Suurempia korjauksia varten putki tulisi lähettää Protanille.

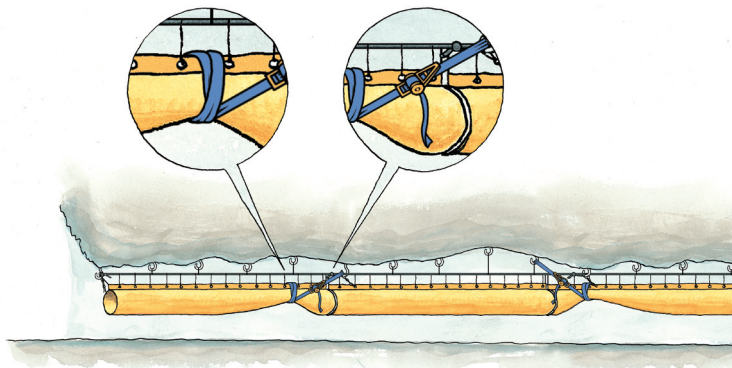


Ventiflex-korjauspaketti sisältää Ventilim-liimaa, sudin liiman levitystä varten, Ventanon-puhdistusainetta, painepannan, neulan, lankaa ja kangasta putken korjausta varten.

Vahingoittuneen ilmanvaihtoputken vaihtaminen

Keskellä tuuletuslinjaa olevan vahingoittuneen ilmanvaihtoputken

osion viereiset osat kiinnitetään hihnoilla yläpuolella oleviin pultteihin.

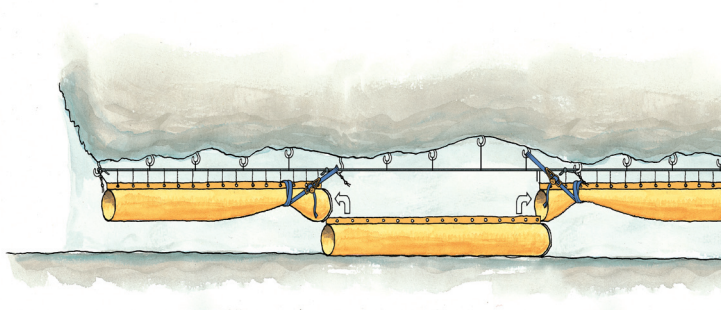


Vahingoittuneen putken irrottaminen.

Kun yhtä tai useampaa ilmanvaihtoputken 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 hinnan toinen puoli vahingoittuneen putken yläpuolella olevaan pulttiin käyttäen räikkää.
4. Viereiset putket vedetään kohti irrotettavaa putkea siten, että tuuletuslinjassa on selkeästi välystä.

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 linjassa on välystä tai kiertymiä, 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 vapaita vahingoista tai vioista.

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.

Ripustuskoukut tulee uusien jokaisen putken uudelleenasetuksen kohdalla. Purkamisen yhteydessä ripustuskoukut tulisi leikata vaijerileikkureilla.

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 paketoitaan. Putken eivät mätäne, joten ole tarpeellista kuivata putkia ennen varastointia. Jos putkien puhdistaminen ei ole mahdollista putkien ollessa ripustettuina, puhdistus tulee tehdä ennen pakkaamista.

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

Varastointi

Tuuletusputket tulisi aina säilyttää kuormalavoilla, jotka on pitävästi sidottu ja merkitty (katso kohta <<Purkaminen>>).

Ventiflex-putkisto voidaan säilyttää ulkona. Putkien kunnon kannalta on kuitenkin tärkeää suojata ne voimakkaalta auringonvalolta ja liialliselta kuumuudelta. Suojaus voidaan toteuttaa joko peittämällä putket tai varastomalla ne sisällä, jos mahdollista.



Useita kuormalavallisia käytettyjä tuuletusputkia oikein pakattuna ja sidottuna hihnoilla.

Vaadittavan ilmapvirran laskeminen

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

Ilmanvaihtolaskelmat maan alaiseen työhön tehdään tavallisesti käyttäen apuna tietokoneohjelmaa. Tämä perustuu Sveitsiläiseen standardiin. On kuitenkin varsin yksinkertaista laskea karkea arvio vaadittavasta ilmasta käyttäen yksinkertaisia laskutoimituksia.

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 m³ ilmaa/kW/ minuutti (6 m³/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 m³ 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.

Kun tiedät kuinka paljon ilmaa tarvitaan, voit lukea Ventiflex Nomogram'sta kuinka paljon painetta vaaditaan tuu-

letusjärjestelmään riippuen putken halkaisijasta ja kuinka paljon tehoa tuulettimesta tarvitaan.

Laskukaavat näyttävät seuraavanlaisilta:

a) *Laskukaavat:*

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 m³) 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:*

$$p_t = \Delta p + \Delta p_{\text{dynamic}} + \Delta p_2 + \Delta p_2 \dots$$

e) *Tuulettimen virrankulutuksen määrittäminen perustuu seuraavaan kaavaan:*

$$N = (Q \cdot P_{fan}) / (\eta_v \cdot \eta_m) [kW]$$

Q = tuulettimen ilmavirta (m³/s)

P_{fan} = tuulettimen kokonaispaine (Pa)

η_v = tuulettimen hyötysuhde (0,4 → 0,85)

η_m = 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 tuulettimelta.

Jos tuuletusjärjestelmän paine on liian suuri (vaatii paljon tehoa tuulettimesta), halkaisijaa tulee kasvattaa. Jos tämä ei ole mahdollista tilanpuutteen vuoksi, täytyy asentaa kaksi ilmanvaihtolinjaa yhden sijaan. Sama ilman määrä kahdessa putkessa yhden sijaan tarkoittaa 1/2 ilman määrää, 1/4 painetta ja 1/8 energiankulutusta (tehoa tuulettimesta).

On aina taloudellisesti järkevää sijoittaa hyvälaatuiseen ilmanvaihtolinjaan ja huoltaa sitä hyvin. Hyvälaatuinen, oikein asennettu ja vuotamaton ilmanvaihtolinja takaa työntekijöille hyvän työympäristön lisäksi suurta säästöä energiankulutuksessa, joten 20 – 40 % ero hankintahinnassa on vähäpätöinen.

Lähdelista

AF Spezialprojekt
Alpine Bau GmbH
Beton- und Monierbau GmbH
Bilfinger + Berger Bauaktiengesellschaft
Balfour Beatty Ltd. UK
Boliden Mineral AB
Bouygues France
Caledonian Mining
Carbosulcis
Dillingham Construction USA
Dragados Construciones S.A.
Dumez
Züblin AG
Entrecanales S.A.
Fletcher UK
Ilbau Austria
Gammon India Ltd.
Hindustan Construction Ltd.
Hochtief AG
Impregilo Spa
J.F. Shea Co USA
Jaiprakash Ind. Ltd.
Kali und Salz GmbH
Larsen & Toubro Ltd.
Lämminkainen Oy
Leonard Nilsen & Sønner
LKAB Kiruna
Outokumpu Oy
NCC International AB
NCC Tunneling AS
Nishimatsu Construction Co. Ltd.

Odebrecht
Philip Holzman AG
Sargin Construction
Selmer Skanska AS
Skanska International AB
Statens Vegvesen
Statkraft Anlegg A/S
Tara Mines Ltd.
Traylor Bros.Inc.
Jay Dee
Wayss und Freitag AG
Vägverket AB
Zinkgruvan Ammeberg AB
Walter Bau AG
Universale Bau
Mount Isa Mines



Protan AS

P.O. Box 420 Brakerøya,
N-3002 Drammen, Norway

Tel. +47 32 22 16 00 Fax +47 32 22 17 00

www.protan.com