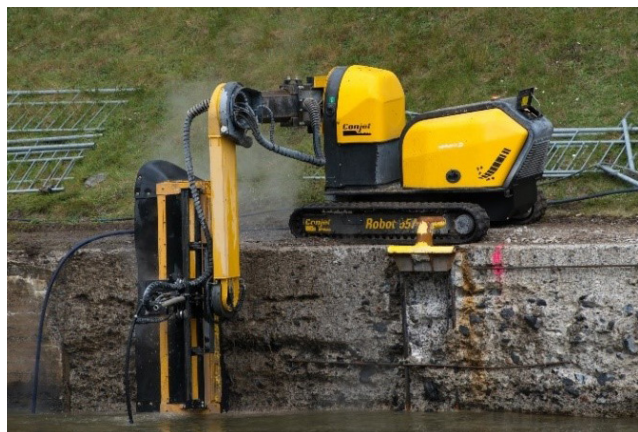


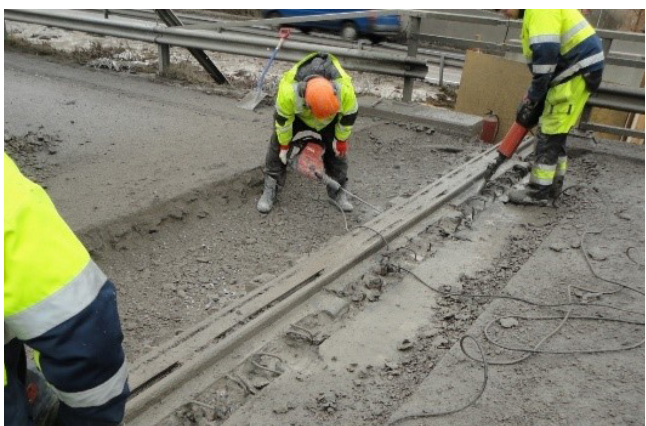
YLEISOHJEEN SISÄLTÖ



Kuva 1. Kanavan tukimuurin reunan vesipiikkausta



Kuva 2. Kannen yläpinnan tasovesipesua.



Kuva 3. Tukikaistan purkamista käsin piikkaamalla.

1	YLEISTÄ	3
1.1	Ohjeen käyttöalue	3
1.2	Betonin purkuominaisuudet	3
1.3	Menetelmän valinta	4
1.4	Purkutyösuunnitelma	4
2	VOIMAYKSIKÖT	6
2.1	Yleistä	6
2.2	Hydrauliset voimayksiköt	6
2.3	Kompressorit	6
2.4	Sähköaggregaatit	7
3	PIIKKAUSMENETELMÄT	7
3.1	Piikkaus käsityövälineillä	7
3.2	Koneellinen piikkaus	8
3.2.1	Paineilmavasarat	8
3.2.2	Hydrauliset piikkausvasarat	8
3.2.3	Sähkökäyttöiset piikkausvasarat	9
3.2.4	Polttomootorikäyttöiset piikkausvasarat	9
3.2.5	Taltat	10
3.3	Vesipiikkaus	10
4	PORAUSMENETELMÄT	12
4.1	Iskuporaus	12
4.2	Lieriöporaus	12
5	LEIKKAUSMENETELMÄT	13
5.1	Timanttisaha	13
5.2	Vaijerisaha	14
5.3	Ketjusaha	14
5.4	Muut leikkausmenetelmät	14
6	MURTAMISMENETELMÄT	15
6.1	Puristumurskaus	15
6.2	Koneellinen halkaisu	15
6.3	Halkaisu paisunta-alueella	16
6.4	Räjätys	16
6.5	Pudotusjätkäle	16
7	JYRSINTÄMENETELMÄT	17
7.1	Urajyrsintä	17
7.2	Tasojyrsintä	17
8	PINNANPUHDISTUSMENETELMÄT	18
8.1	Suihkupuhdistus	18
8.1.1	Hiekkapuhallus	18
8.1.2	Vesihiekkapuhallus	18
8.1.3	Sinkopuhdistus	18
8.1.4	Soodapuhallus	19
8.1.5	Kuivajääpuhallus	19
8.2	Liekiharjaus	19
8.3	Korkeapainepesu	20
8.4	Imurointi	20
9	TYÖTURVALLISUUS	21
9.1	Tärinä ja melu	21
9.2	Pöly	22
9.3	Työ- ja suojatelineet	22
10	YMPÄRISTÖNSUOJELU	23
11	LAADUNVARMISTUS	24
12	RINNAKKAISET OHJEET	26

Liite 1 Termit, määritelmät ja käsitteet
Liite 2 Suihkupuhdistusasteet

Tämä asiakirja on allekirjoitettu Väyläviraston sähköisen allekirjoituksen palvelussa. Allekirjoitetun ohjeen saa tarvittaessa kirjaamo(at)vayla.fi.

SILKO 1.203 Purkamis- ja esikäsittelymenetelmät - Yleisohje

1.12.2021 VÄYLÄ/8527/06.04.01/2021

Ohje hyväksytään sähköisellä allekirjoituksella.

Voimassa 1.12.2021 alkaen toistaiseksi.

Korvaa SILKO-ohjeen 1.203 Purkamis- ja esikäsittelymenetelmät (10/02).

Ohje on osa Väyläviraston turvallisuusjohtamisjärjestelmää tienpidon ja rautatietojen osalta.

Osastonjohtaja, tekniikka ja ympäristö	Minna Torkkeli
Tieliikennejohtaja	Jarmo Joutsensaari
Asiantuntija, taitorakenteet	Simo Nykänen

Väylävirasto, Taitorakenneyksikkö 2021

Ohjetyöryhmä

Simo Nykänen, pj.	Väylävirasto, Taitorakenneyksikkö
Ilkka Kuulas	Väylävirasto, Taitorakenneyksikkö
Jussi Vuotari	Väylävirasto, Taitorakenneyksikkö
Ari Salo	Varsinais-Suomen ELY-keskus
Jorma Huura	Sitowise Oy
Matti Airaksinen	Ramboll Finland Oy
Ville Sjöblom	Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
Sami Vuorikoski	Mapei Oy
Tuomas Väisänen	Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Matti Rekilä	Kreate Oy
Elina Paukku, siht.	Sweco Rakennetekniikka Oy

Konsultti

Tuomo Koskela	Ramboll Finland Oy
Matti Airaksinen	Ramboll Finland Oy

Kuvat 1: Matti Piispanen

7, 13, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 34, 35, 38, 39, 40: Väylävirasto

2, 3, 10, 11, 15, 16, 29, 31, 37: Timo Turunen

4, 8, 12: Atlas Copco

5, 6: Nico Leppäniemi

9, 14, 17, 19, 32, 38: Ramboll Finland Oy

18: Mikko Heija

20, 21, 22: Timanttityö KK Oy

24, 36: Eetu Väisänen

33: Dry Ice Finland

41- 45: Henry Niemi

Taitto Väylävirasto

1 YLEISTÄ

1.1 Ohjeen käyttöalue

Ohje on laadittu siltojen korjausjärjestelmän osana, mutta sitä voi käyttää myös siltoja rakennettaessa. Ohjeen tietoja voi soveltaa myös kannen pintarakenteita purettaessa.

Ohjeessa esitellään siltarakenteiden purkutöissä ja betonipintojen puhdistuksessa käytettävät työvälineet ja niiden voimayksiköt.

1.2 Betonin purkuominaisuudet

Ennen 1980-lukua valmistuneissa silloissa betonin lujuus on useimmiten alle K40, joka vastaa nykyistä betonilujuutta C32/40. Vanhoille rakenteille on tyypillistä, että betonin lujuus voi vaihdella samassakin rakenneosassa melkoisesti, mikä voi johtua muun muassa tiivistysmenetelmien puutteellisuudesta sekä kiviaineksen suuresta maksimiraekoosta.

Betonin puristuslujuus vaikuttaa piikkausmenetelmän valintaan. Karkean kuvan asiasta saa taulukon 1 arvoista, jotka perustuvat kokemusperäisiin havaintoihin. Viime vuosikymmeninä silloissa käytetyn betonin puristuslujuudet ovat kasvaneet. Tulevaisuuden sillankorjaustöissä joudutaankin käyttämään nykyistä tehokkaampaa purkukalustoa.

Poraus-, leikkaus- ja murtamismenetelmät eivät riipu yhtä paljon betonin lujuudesta. Puristuslujuus vaikuttaa valitun purkumenetelmän työsaavutukseen. Betonin halkeilu ja rapautuminen helpottavat piikkausta. Vaikeissa tapauksissa käytetään apuna betonin murtamismenetelmiä.

Taulukko 1. Betonin lujuuden vaikutus piikkausvälineen valintaan.

Piikkausväline	Helposti piikattavissa	Menetelmän yläraja
Käsityövälineet	C20/25 (K25*)	C28/35 (K35*)
Piikkausvasara	C28/35 (K35*)	C50/60 (K60*)
Maakiilakone	C35/45 (K45*)	C50/60 (K60*)
Vesipiikkaus	C28/35 (K35*)	C40/50 (K50*)
Puristumurskain	C40/50 (K50*)	C65/80 (K80*)

(*vanhan RakMk B4 -normin mukainen lujuusarvo)

1.3 Menetelmän valinta

Paikalleen jäävä rakenne määrää suurelta osin menetelmälle asetettavat vaatimukset. Purkamismenetelmä on valittava niin, että paikalleen jäävä pinta täyttää korjausmenetelmän asettamat vaatimukset. Valinnassa on huomioitava myös, hyödynnetäänkö purettavassa rakenteessa olevia teräksiä korjattavassa rakenteessa. Jos käytetään hyväksi vanhaa raudoitusta, leikkausmenetelmät ja useimmat murtamismenetelmät eivät tule kysymykseen, koska ne katkaisevat eteen sattuvat raudoitustangot. Myös raskaammat piikkausmenetelmät voivat aiheuttaa vaurioita rakenteessa oleviin teräksiin. Purkamismenetelmät poikkeavat toisistaan tartuntapintaan syntyvien halkeamien määrässä ja laadussa. Paras tartuntapinta saavutetaan vesipiikkauksella. Jos tartuntalujuusvaatimus on vähintään 1,5 MPa (1,5 N/mm²), vesipiikkaus on suositeltava menetelmä, purettavan alueen laajuus huomioiden. Puristusmurskaus ja halkaisumenetelmät aiheuttavat betoniin hallitsematonta halkeilua. Purettavan rakenteen lujuus määrittää sopivan purkamismenetelmän. Myös betonin kiviaineksen laatu vaikuttaa purkamismenetelmän valintaan. Valitun purkamismenetelmän soveltuvuus on syytä varmistaa ennakkokokeella.

Näin ollen suunnitteluvaiheessa on selvitettävä purettavien rakenteiden ominaisuudet, kuten puristuslujuus, vetolujuus, rauditus sekä liittyminen muihin rakenteisiin. Lisäksi määritetään korjausalustalta edellytettävät laatuvaatimukset, kuten tartuntapinnan-, betonin ehjyyden- ja säilytettävien terästen vaatimukset tai korvaaminen sekä purkamismenetelmä ottaen huomioon myös koneiden ja laitteiden saatavuus ja kustannukset.

Vanhan vedeneristyksen ja sauma-aineiden haitta-ainepitoisuudet on selvitettävä ennen urakan käynnistämistä ja huomioitava purku- ja suojusmenetelmien valinnassa.

1.4 Purkutyösuunnitelma

Purkutyösuunnitelma laaditaan työturvallisuutta käsittelevän SILKO-yleisohjeen /1/ kohdan 2.6 mukaan.

Muita purkamismenetelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa:

- soveltuvuus kohteeseen,
 - ympäristövaatimukset, purettavan alueen laajuus, liikenne, työmaajärjestelyt, muut rakenteet
- purkumenetelmän tehokkuus ja menekki sekä
- kohteen olosuhteet.
 - vedenalaiset työt, työskentelyolot, vuodenaika

Menetelmien soveltuvuus eri rakenneosin purkamiseen ja puhdistukseen on esitetty taulukoissa 2 ja 3.

Kaivinkoneella irrottamista ei ole käsitelty tarkemmin tässä ohjeessa. Kaivinkoneen kauhaan on kiinnitettävä ns. huulilevy, ellei kauhan reuna ole tasainen.

Yksi korjausrakentamisen vaikeimmista ongelmista on korjattavan osan ja vanhan betonin välisen tartunnan varmistaminen. Jos tartuntapinnan lähellä käytetään voimakkaita piikkausvälineitä, tartuntapintaan tulee säröjä. Jos voimakas piikkaus osuu raudoitustankoon, tangon ja betonin tartunta heikkenee. Näin ollen vesipiikkausta on usein käytettävä, ainakin lähestyttäessä piikkausrajaa, tartuntapinnan vaatimusten mukaisuuden varmistamiseksi.

Raskaat hydraulivasarat soveltuvat kohteisiin, joissa rakenne puretaan kokonaan, mutta näiden käyttöä niissä kohteissa, joissa rakenne puretaan vain osittain, tulee välttää.

Myös voimayksikön valinta on tärkeää.

Sillankorjauskohteen purkutyösuunnitelma laaditaan aina, ja siinä esitetään tarvittavilta osin:

- purettavat rakenneosat ja niiden purkutyöjärjestys,
- vaihtoehtoiset purkamismenetelmät,
- purkujätteen käsittely ja kuljetus,
- rakenteiden tukeminen ja vahventaminen,
- työ- ja ympäristönsuojelu sekä
- aikataulu.

Taulukko 2. Purkamismenetelmien käyttökohteet

KÄYTTÖKOHDE	TYÖMENETELMÄ														
	Piikkaus käsityövälineillä	Koneellinen piikkaus	Vesipiikkaus	Iskuporaus	Lieriöporaus	Timanttisahaus	Sulatusleikkaus	Puristusmurskaus	Koneellinen halkaisu	Halkaisu paisunta-aineella	Hallittu räjäytys	Iirrotus kaivinkoneella	Urajyrsintä	Tasojyrsintä	Korkeapainepesu
Betonirakenteet															
Purkaminen															
- reunapalkki		●	●				●	○	○	○					
- kansilaatan yläpinta		●	●										●	○	
- alusrakenteiden pinnat		●	○												
- kansilaatan alapinta		●	○												
Läpiviennit				○	●		○								
Ankkuroinnit				●	○										
Rajaukset						●						○			
Tartuntapinnan viimeistely	●														●
Pintarakenteet															
Purkaminen															
- päällyste ja suojabetoni												●		●	
- vedeneristys		●	●											●	
Saumaus						●							●		
Jyrsiminen														●	
Vedenalaiset rakenteet															
Purkaminen		○	●	●			○								
Leikkaus					●	●									

- sopii hyvin
- voidaan käyttää

Taulukko 3. Puhdistusmenetelmien käyttökohteet.

Menetelmä	Betonipinnan puhdistaminen	Raudoituksen puhdistaminen	Irtoaineksen poistaminen	Vaikutus-syvyys [mm]
Vesipiikkaus		●		
Hiominen (karhennus)	●			1–3
Hiekkapuhallus	●	●		0–5
Vesihiekkapuhallus	●			0–1
Sinkopuhdistus	●			0–3
Soodapuhallus	●			< 1
Kuivajääpuhallus	●		●	0–1
Korkeapainepesu / Tasovesipesu	●	●	●	0–5
Imurointi			●	0
Paineilmapuhallus			●	0
Liekkiharjaus	●			0–1

2 VOIMAYKSIKÖT

2.1 Yleistä

Voimayksiköt toimivat hydraulikalla, paineilmalla tai sähköllä. Voimayksikön valintaperusteen lähtökohtana on se, mitä työvälinettä yksikön avulla on tarkoitus käyttää. Voimayksikköä valittaessa on huomioitava työkohteen laajuus, saavutettavuus ja olosuhteet kuten sää, ympäristö ja liikenne. Lisäksi valintaperusteita ovat voimayksikön tuottavuus, taloudellisuus, ergonomia ja automaatio sekä mahdollinen verkkovirran saatavuus.

Tehonsiirron kannalta sähkö on hydraulikkaa ja paineilmaa parempi. Virtaushäviöiden kurissa pitämiseksi joudutaan paineilma- ja hydrauliletkujen halkaisijat mitoittamaan selvästi suuremmiksi kuin sähköjohdot. Tällä on merkitystä työkonien automatisoinnissa, kun ohjausletkujen ja kaapeleiden määrä kasvaa.

Voimayksiköiden taloudelliset käyttöajat ovat suunnilleen samat (7 000–15 000 h) ja ne määräytyvät yleensä polttomoottorin kestoajan mukaan. Iskevien hydraulisten koneiden kestoikä on yleensä noin kaksin–kolminkertainen pneumaattisiin verrattuna.

2.2 Hydrauliset voimayksiköt

Hydraulinen voimayksikkö voi olla:

- traktori tai muu työkone
- hydrauliagregaatti (kuva 4)
- kuorma-auto.

Sillankorjaustöihin sopivien voimayksiköiden ominaistietoja ovat:

- polttomoottoriteho 5–30 kW
- paine 10–40 MPa (100–400 bar)
- tuotto 15–100 l/min
- kokonaispaino 50–1000 kg.



Kuva 4. Hydraulinen voimayksikkö.

2.3 Kompessorit

Kompressorit on perinteinen voimayksikkö, jota tarvitaan aina paineilmaa tuottaessa. Paineilmamooottoreilla saavutetaan suuri pyöritysnopeus, mutta iskevissä koneissa pneumaatiikan pieni painetaso suurentaa männän halkaisijaa ja ilman kokoonpuristuvuus pienentää iskulukua, mikä vaikuttaa ulostulotehoon.

Sillankorjaustöihin sopivien kompressorien (kuva 5) ominaistietoja ovat

- polttomoottoriteho 7–70 kW
- paine 0,6–1 MPa (6–10 bar): kaksivaiheisena 3 MPa
- tuotto 1–10 m²/min
- paino 100–2000 kg.



Kuva 5. Kompessorit.

2.4 Sähköaggregaatit

Sähköaggregaatteja käytetään joko yksin tai muun voimansiirron apuna. Jos sähköaggregaatti on korjaustyömaan päävoimayksikkö, riittävä teho on yleensä 5–8 kW. (kuva 6). Pienten työvälineiden voimayksiköksi riittää 3–5 kW:n polttomoottorikäyttöinen sähköaggregaatti.



Kuva 6. Dieselkäyttöinen sähköaggregaatti.

3 PIIKKAUSMENETELMÄT

3.1 Piikkaus käsityövälineillä

Käsin piikkauksessa käytettäviä työvälineitä (kuva 7) ovat

- moska ja taltta
- leka, taltta ja pihdit
- terähakku.

Moskan paino on 0,5–2,5 kg. Taltat ovat tasa- tai piikkipäisiä. Taltan koko ja tyyppi valitaan piikattavan materiaalin ja moskan koon mukaan.

Lekan paino on 2,5–10 kg. Lekan päät voivat olla molemmat suorakulmaisia tai toinen pää voi olla kartiomainen, toinen suorakulmainen. Talttaa pidetään paikallaan pihtien avulla. Taltat ovat tasa- tai piikkipäisiä, ja niiden koko valitaan piikattavan materiaalin ja lekan koon mukaan. Kartiopäistä lekaa (meisseliä) voi käyttää myös ilman talttaa.

Hakun paino on 2–10 kg. Terä voi olla varren suuntainen tai kohtisuoraan sitä vastaan. Yleensä terähakun toinen pää on muodoltaan piikkitaltta ja toinen tasataltta, mutta muitakin tyyppjejä on.

Sorkkarautaa voi käyttää ohuiden betonikerrosten irrottamisessa. Suositeltava tyyppi on kiillamainen ja varteen nähden vinoon taivutettu 1100 mm:n pituinen sorkkarauta.



Kuva 7. Käsityövälineitä.

3.2 Koneellinen piikkaus

3.2.1 Paineilmavasarat

Vasaran lyöntivoima syntyy, kun paineilma laajenee vasaran sylinterissä ja hakkaa mäntää nopeasti vasten alasinta, joka välittää vapautuneen iskuvoiman taltalle. Näin käytetään hyödyksi ilman kokoonpuristuvuuden ja laajentumisen aiheuttamaa liikettä. Voimayksikkö on kompressori, joka tuottaa tarvittavan työpaineen (0,6–0,7 MPa).

Paineilmavasaraa voi käyttää myös veden alla. Vasara on kuitenkin paineistettava ennen upotusta ja paine on pidettävä yllä, kunnes vasara nostetaan ylös vedestä. Poistuva ilma aiheuttaa veden alla työskentelevälle haitallisia painevaihteluita. Syvällä työskenneltäessä vasaran teho laskee vedenpaineen takia.

Seinä- ja kattopintoja piikataan joko erittäin kevyellä (enintään 5 kg) tai keskiraskaalla (5–15 kg) piikkausvasaralla (kuva 8). Edellisen ilmankulutus on noin 0,5 m³/min ja jälkimmäisen korkeintaan 1,5 m³/min. Piikkausvasarassa on D:n muotoinen kahva, jotta konetta voi pitää tukevasti paikallaan yhdellä kädellä, jolla säädetään myös imuventtiiliä. Toisella kädellä piikkausvasara ohjataan työkohteeseen. Näitä koneita käytetään käsipiikkauksen sijasta lähestyttäessä paikalleen jäävää betonipintaa ja pienissä (5–10 dm³) kohteissa.



Kuva 8. Paineilmakäyttöinen piikkausvasara.

Raskaampaa maakiilavasaraa (15–45 kg) käytetään purettaessa kannen pintarakenteita ja piikattaessa reunapalkkeja, liikuntasaumalaitteen tukikaistoja ja korokkeita. Maakiilavasaroiden ilmankulutus on 1,5–2,5 m³/min. Vasarassa on T:n muotoinen kahva, jolla sitä voi siirtää kaksin käsin ja ohjata tukevasti.

Raskaampia paineilmavasaroita (100–1000 kg) on kannateltava ja ohjattava hydraulisella koneella. Niiden ilmankulutus on 4–20 m³/min, saatava energia 270–2700 J ja iskunopeus 600–1100 lyöntiä/min. Koneeseen hyvin kiinnitettyllä piikkausvasaralla voi piikata kaikkiin suuntiin. Jos piikkausvasaraa kannatellaan taljalla, sillä voi piikata vain pystysuorassa asennossa.

Vaakasuurien kohteiden käsin ohjattavassa piikkauksessa voi käyttää kevyempiä (15–65 kg) piikkausvasaroita, jotka kannatellaan vaijerilla. Korkeussäätö tehdään pyörittämällä vaijeri rummun ympäri. Näissä vasaroissa on T- tai D-kahva. Ilmankulutus on 1,5–4 m³/min.

3.2.2 Hydrauliset piikkausvasarat

Hydraulisessa piikkausvasarassa iskuvoima saadaan hydrauliohjasta, jota syötetään melko korkealla paineella (10–25 MPa). Koska hydrauliohja on kokoon puristumaton neste, paineita ei voi muuttaa liikkeeksi apuvälineitä. Jotta liike saataisiin aikaan, hydrauliset vasarat on varustettu ”typpikulla”. Kokoonpuristuva typpi on erotettu öljystä välikalvolla; näin saavutetaan tarvittava muutos paineesta liikkeeksi. Vasaran mäntä iskeytyy nopeasti työkalua vasten ja välittää vapautuneen iskuenergian työkaluun. Käytetty öljy palaa matalapaineisena öljysäiliöön. Hydraulinen vasara toimii täysin suljettuna hydraulisena järjestelmänä.

Hydraulinen vasara soveltuu vedenalaiseen työskentelyyn, koska sen järjestelmä on suunniteltu tähän tarkoitukseen. Hydraulisen vasaran voi käynnistää ja pysäyttää veden alla, mikä ei ole mahdollista paineilmavasaralla. Koska systeemi on suljettu, hydraulivasaralla ei tapahdu painehäviöitä. Pitkät syöttövälimatkat ja paluujohdot aiheuttavat painehäviöitä, mutta nämä voidaan kompensoida suurentamalla painetta tai letkujen kokoa tai molempia.

Käsi­käyt­toiset hydrau­li­set piikkausvasarat painavat 10–40 kg. Niiden nopeus on 1000–3000 iskua/min ja iskuenergia on 50–150 J. Öljyn tarve on 15–60 l/min. Öljy saadaan yleensä hydrau­li­sesta voimayksiköstä, mutta myös yhteys hydrau­li­sen nosturin tai muun työ­koneen hydrau­li­jär­jestelmään on mahdollinen (kuvat 9 ja 10).



Kuva 9. Piikkausvasara puomin päässä.



Kuva 10. Piikkausvasara työ­koneeseen kiinnitettyä.

Raskaampaa hydrau­li­set piikkausvasaraa (80–2000 kg) on sen painon ja iskuenergian takia kannateltava. Hydrau­li­nen nosturi tai kaivinkone sopii hyvin tarkoitukseen, sillä niiden hydrau­li­jär­jestelmää voi käyttää vasaran öljynsyöttöön. Hyvin kiinnitettyä piikkausvasaraa voi käyttää sekä pysty- että vaaka-asennossa. Raskaiden piikkausvasaroiden nopeus on 200–1200 iskua/min, iskuenergia on 400–6500 J ja öljynkulutus vaihtelee välillä 30–120 l/min.

3.2.3 Sähkökäyttöiset piikkausvasarat

Sähkökäyttöisessä piikkausvasarassa iskuenergia saadaan sähkömoottorista epäkeskon kautta, joka aiheuttaa edestakaisen liikkeen. Nämä piikkausvasarat painavat 9,5–35 kg ja niiden virrankulutus on 900–2200 W. Niistä saadaan alhaisempi iskuenergia kuin vastaavista paineilma- tai hydrau­li­sesta piikkausvasaroista. Sähkökäyttöisiä piikkausvasaroita (kuva 11) voi käyttää sekä vaak- että pystysuorissa pinnoissa. Veden alla niitä ei voi käyttää.



Kuva 11. Sähkökäyttöinen piikkausvasara.

3.2.4 Polttomoottorikäyttöiset piikkausvasarat

Polttomoottorikäyttöisen piikkausvasaran (kuva 12) iskuenergia saadaan polttomoottorin pyörimisestä, joka muutetaan edestakaiseksi liikkeeksi epäkeskon avulla. Vasarat painavat 10–40 kg. Näistä vasaroista saadaan pienempi iskuenergia kuin vastaavista paineilma- tai hydrau­li­sesta vasaroista. Vasaraa voi käyttää pystysuorassa, jos siinä on kellumaton kaasutin. Polttomoottorikäyttöistä piikkausvasaraa käytettäessä haittana on se, että vasaran käyttäjä on alttiina pakokaasuille.



Kuva 12. Polttomoottorikäyttöinen piikkausvasara.

3.2.5 Taltat

Piikkaustaltat tehdään sellaisesta metallista, joka välittää iskuenergian purettavaan kohteeseen mahdollisimman vähäisillä muodonmuutoksilla. Tämän vuoksi taltan iskupäällä ja karalla on oltava tietty kovuus (käyttöikä). Erityisen tärkeää on, ettei kara painu päästään kasaan, jolloin taltan poistaminen vasarasta olisi mahdotonta.

Mekaanisiin piikkausvasaroihin tarkoitetuissa taltoissa on joko pyöreä tai suorakulmainen kara. Vasaraan kiinnittämistä varten taltoissa on kaulus karan alapuolella. Suorakulmainen kara estää taltan pyörimisen vasarassa. Painavissa vasaroissa taltta on varmistettu tapilla, joka sopii puolipyöreään loveukseen taltan kanssa. Tämä tappi estää myös talttaa pyörimästä. Taltan iskupään kulmat on pidettävä oikeassa suhteessa, jotta taltta toimisi kunnolla ja tehokkaasti. Taltan muoto riippuu piikattavasta kohteesta. Talttaa voi muokata takomalla, sorvaamalla tai hiomalla.

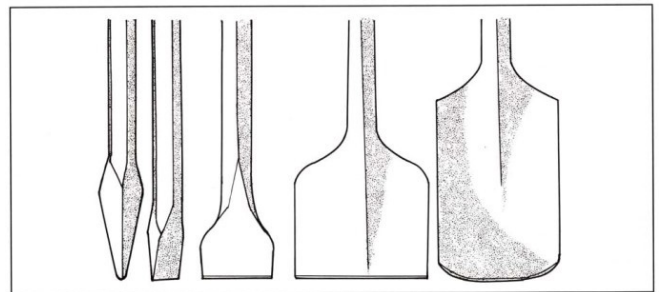
Talttatyyppejä ovat mm. (kuva 13)

- piikkitaltta
- tasataltta
- halkaisutaltta
- lapiotaltta (asfaltin piikkaamiseen)
- kourutaltta
- karhennintaltta.

Talttoja on hyvin erikokoisia ja -painoisia. Edellä kuvattuja talttoja voi käyttää sekä käsin- että koneelliseen piikkaukseen. Hydraulisiin piikkausvasaroihin on saatavana rajoitetumpi valikoima talttoja kuin paineilmavasaroihin.

Useimpia talttoja, varsinkin piikkitalttoja, on saatavana myös useita eri pituuksia. Kourutalttoja on saatavana myös irtokouruilla varustettuina. Valinta piikki- ja kourutaltan välillä riippuu piikattavasta materiaalista. Kourutaltat on tarkoitettu lohkaamiseen ja karhentamiseen. Karhennintalttoja käytetään kivi- ja betonipintojen karhentamiseen.

Moskaa ja piikkaustalttaa käytetään silloin, kun työssä on noudatettava erityistä varovaisuutta eli lähestyttäessä paikalleen jäävää betonipintaa.



Kuva 13. Talttatyyppejä (piikkitaltta, kapea ja leveä tasataltta, asfaltinleikkaus- ja iso lapiotaltta).

3.3 Vesipiikkaus

Vesipiikkaus on useimmissa sillankorjaustöissä suositeltavin tapa betonin huonon pintakerroksen poistamiseen. Sen etuja ovat mm.

- ei vaurioita raudoitusta
- puhdistaa samalla teräkset
- aiheuttaa vähän tai ei lainkaan mikrohalkeamia paikalleen jäävään betoniin
- poistaa vain huonon betonin, luja jää jäljelle
- piikattu pinta on hyvä alusta uudelle valulle tai ruiskutukselle.

Vesipiikkaus voidaan tehdä useammalla eri tavalla:

- Työ tehdään ohjauskiskon varassa liikkuvalla suuttimella (kuva 14). Menetelmä sopii laajojen pintojen käsittelyyn, kun suihkutussuunta on alaspäin. Piikkauslaitteen voi kiinnittää teräskehikkoon, kiskoihin tai tukevaan puumiin. Näin voidaan piikata myös vinoja ja pystypintoja.

- Työ tehdään vesipiikkausrobotilla. Menetelmä korvaa käsiohjauksen.
- Työ tehdään käsin ohjattavalla taikka telineeseen tai puumiin kiinnitetyllä ruiskupistoolilla (kuvat 15 ja 16). Menetelmä sopii päällysrakenteen alapuolisten pintojen käsittelyyn.



Kuva 14. Kansilaatan yläpinnan vesipiikkausta.



Kuva 15. Vesipiikattu reunapalkki.



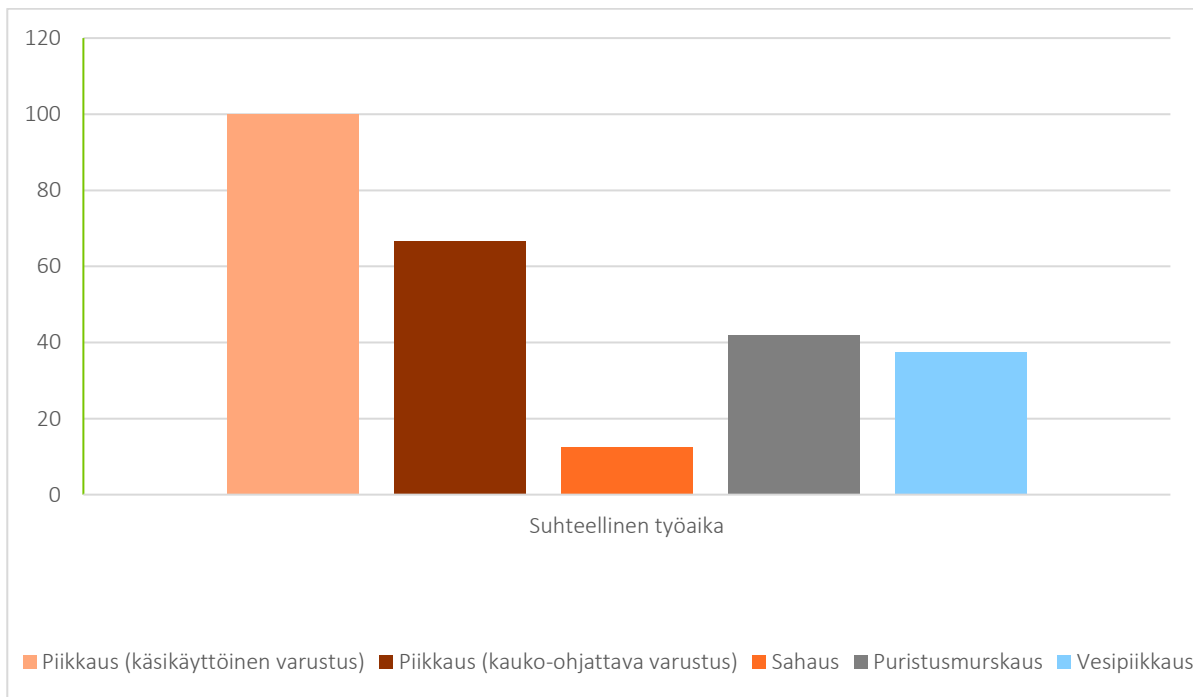
Kuva 16. Piikatun pinnan viimeistelyä vesipiikalla.

Vesipiikkauksen teho riippuu suuttimesta, paineesta ja vesimäärästä. Käsini ohjattavissa laitteissa käytetään paineita 70–300 MPa (700–3000 bar), jolloin vesimäärä vaihtelee välillä 70–15 l/min. Muulloin käytetään paineita 70–300 MPa (700–3000 bar) ja vesimäärä vaihtelee vastavasti välillä 260–150 l/min. Piikatut pinnat on puhdistettava mahdollisimman nopeasti ennen purkujätteen kovettumista ja samalla seurataan korjattavan pinnan laatua ja raudoituksen esiin paljastumista.

Piikkauksessa ja puhdistuksessa käytettävän veden pitää täyttää standardin SFS-EN 1008 mukaiset vaatimukset. Veden tulee olla puhdasta ja väriltään kirkasta eikä se saa sisältää klorideja enempää kuin 0,03 painoprosenttia (Cl⁻). Merivettä ei saa käyttää. Jos vesi otetaan suoraan vesistöistä, on aina tutkittava, että vedessä ei ole humusta tai muita betonille haitallisia aineita.

Vesipiikkaus on muihin piikkausmenetelmiin verrattuna nopea (kuva 17).

Vesipiikkausta hidastaa betonin suuri runkoaineskoko tai jos betonissa on ”säätökiviä”. Vedenalaisen purkutyöhön vesipiikkaus sopii hyvin. Lisäksi se sopii vedenalaisten muottien ja muiden työnaikaisten rakenteiden purkamiseen.



Kuva 17. Reunapalkin purkamiseen eri menetelmillä kuluva suhteellinen aika.

4 PORAUSMENETELMÄT

4.1 Iskuporaus

Iskuporakone muistuttaa piikkausvasaraa ja jollain pienillä koneilla onkin molemmat toiminnot. Porauksessa käytetään kovametalliteriä, joiden kokovalikoima on laaja (maksimi 125 mm). Käsikäyttöiset iskuporakoneet painavat 10–60 kg, niiden kankiteho on 2–4 kW ja vääntömomentti 30–80 Nm. Raskaampien, syöttölaitteeseen kiinnitettävien porakoneiden paino on 40–120 kg, kankiteho 4–10 kW ja vääntömomentti 100–300 Nm. Porakoneiden kierrosnopeudet ovat 60–300 kierrosta minuutissa.

Iskuporakonetta käytetään sillankorjaustöissä mm. raudoitustankojen ankkuroinneissa (kuva 18) sekä valmistelemissä töissä muiden purkumenetelmien yhteydessä. Reiän koko on yleensä 15–40 mm.

Iskuporan käyttöä harkittaessa on otettava huomioon, että poraus voi lohkaista palan vastakkaisesta pinnasta. Pora aiheuttaa mikrohalkeamia sitä enemmän, mitä suurempi iskuenergia on. Toisaalta reiän pinta on karhea, mikä on hyvä tartunnan kannalta.



Kuva 18. Raudoitustankojen ankkurointireikien porausta iskuporakoneella.

4.2 Lieriöporaus

Lieriöporalla (timanttikoralla) tehdään sillankorjaustöissä muun muassa kannen hulevesiputken ja tippuputkien reiät kansilaatan läpi. Lieriöporaa voi käyttää myös timanttisahausten nurkissa, joihin sahausta ei voi ulottaa. Lisäksi lieriöporaa käytetään koekappaleiden irrottamiseen rakenteesta (kuva 19). Pieniä koekappaleita voi irrottaa käsi- tai jalkavaraisesti ohjattavalla lieriöporalla.



Kuva 19. Koekappaleiden porausta lieriöporalla.

Porakoneiden tehot ovat suurimmillaan 10 kW ja kierrosnopeudet 120–3000 kierrosta minuutissa. Lieriöporien kokovalikoima on laaja: 20–1200 mm.

Porauslaitteisto kiinnitetään porauskohtaan lyöntiankkureilla tai erityisen aluslevyn avulla alipaineella. Porauksessa tarvitaan vesijäähdytys. Porauksen tuloksena rakenteesta irrotetaan lieriö. Reiän pinta on sileä, mikä on otettava huomioon hyvää tartuntaa vaativissa tapauksissa. Tarvittaessa porauspinta on karhennettava.

5 LEIKKAUSMENETELMÄT

5.1 Timanttisahaus

Timanttisahaa käytetään sillankorjauksissa (kuvat 20 ja 21)

- poistettaessa jokin rakenneosia, kuten maatu- en otsamuurin yläosa päällysrakenteen päätä jatkettaessa tai reunauloke siltaa levennettäessä
- rajattaessa purettava alue, kuten päällyste ja suojabetoni sillan reunassa, kun korjataan vain sillan reunan vaurioituneet osat
- leikattaessa kutistumissaumat asfalttipäällysteeseen tai betoniseen ajotielaattaan
- purettaessa rakenteita.



Kuva 20. Betonirakenteen purkua seinäsahalla.



Kuva 21. Reunaulokkeen purku timanttisahalla.

Sahat ovat sähkö- tai hydraulikäyttöisiä. Pienet käsikäyttöiset sahat ovat polttomoottori- tai hydraulikäyttöisiä.

Timanttiterien halkaisijat ovat 200–500 mm. Leikattavan rakenteen paksuus voi olla korkeintaan 650 mm. Paksumpia rakenteita voi leikata saamalla rakenteen molemmilta puolilta. Joidenkin terätyyppien kiinnitys on epäkeskinen (kehäsaha), mikä on etu tehtäessä syviä sahausia. Asfalttia leikattaessa tarvitaan sitä varten valmistettu terä.

Terän leikkauspintaa on juotettu tai hitsattu teollisuustimanttisegmentit, joiden leveys on 2–8 mm. Segmenttien välissä on lovet, joiden kautta jäähdytysvesi kulkee leikkauspintaan ja jotka sallivat terän lämpöliikkeen. Terän suositeltava kehänopeus (m/min) tai kierrosnopeus (r/min) on selvitettävä.

Työssä on käytettävä myös riittävästi vettä. Jos betonin runkoaine on kovaa ja suurirakeista tai joudutaan leikkaamaan raudoitustankojen läpi, teränopeutta ja syöttöä on vähennettävä ja vettä käytettävä runsaasti. Tarvittaessa sahausliete on poistettava mahdollisimman nopeasti.

Pienitehoisissa koneissa voi käyttää myös ns. kuivaleikkausterää, jota käyttämällä sahausvyövyys voi olla korkeintaan 100 mm. Kuivaleikkausterää voi käyttää katkaisulaikan asemesta.

Holvi- eli laattasaha liikkuu käsin työntämällä tai moottorilla. Tehon pitää olla urasahaussessa ja paksuja rakenteita leikattaessa 10–20 kW. Holvisahat painavat 100–500 kg.

Seinäsaha kiinnitetään ohjauskiskoilla leikattavaan betonipintaan. Hydrauliset sahat painavat 40–50 kg ja sähkömoottorikäyttöiset sahat 60–140 kg. Seinäsahaa käytettäessä hydraulisaggregaatin tehon pitää olla 8–25 kW. Hydraulikäyttöisiä laitteita voi käyttää myös veden alla.

Massiivisia rakenteita voi sahata ketju- ja vaijerisahoilla, joiden käyttö on yleistymässä.

5.2 Vaijerisaha

Vaijerisahausta käytetään paksujen rakenteiden purkamiseen. Vaijerisahan tarpeelle voi olla syynä myös katkaistavan rakenteen muoto tai työskentelytilan rajoittuneisuus (kuva 22). Timanttivaijeri pujotetaan leikattavan rakenteen ympäri, ja sahaus tapahtuu kiristämällä juokseva vaijeri hiljalleen rakenteen läpi. Rakenteeseen porataan ensin pudotusreiät vaijerille. Vaijerisahaus sopii myös vedenalaisiin purkutöihin.



Kuva 22. Läpivientiaukon teko vaijerisahalla.

5.3 Ketjusaha

Ketjusaha on timanttiketjulla (kuva 23) ja vesijähdytyksellä varustettu saha betonin leikkaamiseen. Ketjusahaa käytetään muun muassa pienten, ahtaiden alueiden sahaamiseen ja pistosahaukseen.



Kuva 23. Timanttiketjulla varustettu ketjusaha.

5.4 Muut leikkausmenetelmät

Suurpaineinen vesisuihku on pitkään kehitelty leikkausmenetelmä. Asiaa on selostettu kohdassa 3.3. Joillakin laitteistoilla voidaan saavuttaa jopa 400 MPa:n (4000 bar) työpainne.

Muita etupäässä koeluonteisia leikkausmenetelmiä on selostettu VTT:n kirjallisuustutkimuksessa /2/.

Sulatusleikkausta eli happipeitsausta käytetään erikoistapauksissa, kun timanttisahaus ei jostain syystä ole mahdollista.

Sulatusleikkauksessa rakenteeseen sulatetaan raiho metallijauhepolttimella ja polttokaasu-happiliekkiin tuodaan paineilman avulla metallijauhetta, joka syttyy. Jauheen palamista tehostetaan puhaltamalla palamiskohtaan puhdasta happea. Yleensä betonin sulamispiste on 1200–1500 oC.

6 MURTAMISMENETELMÄT

6.1 Puristusmurskaus

Puristusmurskaimella aiheutetaan betoniin 0,25–1 MN (25–100 tonnin) murtovoima, jota betoni ei kestä. Puristusmurskain on tehokas ja se ei aiheuta tärinää, melua eikä pölyä. Puristusmurskausta käytetään pääasiassa sillan purkamiseen (kuva 24).



Kuva 24. Kannen purkamista puristusmurskaimella

Puristusmurskainta voidaan käyttää reunapalkin purkamiseen, jos rakenteessa olevia teräksiä ei haluta säilyttää. Puristusmurskaimen käytössä on huomioitava, ettei puristimella saa kiskoa purettavaa rakennetta ja aiheuttaa vaurioita jätettävään rakenteeseen.

Puristusmurskaimen voi liittää puomin avulla hydrauliseen voimayksikköön ja useimpiin työkoneluihin, mutta hydraulipaineen korottaja saattaa olla tarpeen. Raskaat puristusmurskaimet painavat 300–600 kg ja kevyet käsi käyttöiset murskaimet 50–75 kg. Kevyen murskaimen voi ripustaa esimerkiksi työkoneneen puomiin. Kevyellä puristusmurskaimelle sopiva rakenteen paksuus on 100–250 mm ja raskaalle 150–600 mm. Työsaavutus voi suotuisissa olosuhteissa nousta yli 100 m:iin työvuorossa.

6.2 Koneellinen halkaisu

Koneellisissa halkaisumenetelmissä käytetään hydraulista halkaisukiilaa ja -tunkkia. Murrettessa hydrauliset tunkit tai kiilat asennetaan niitä varten porattuihin reikiin ja ne rikkovat reikien välissä olevan materiaalin hydraulisesti aikaansaadulla halkaisuvoimalla. Tunkkauksessa käytetään halkaisijaltaan 110 mm:n tai yleisimmin 200 mm:n reikiä. Halkaisuvoima on 1,25–5 MN (125–500 tonnia). Murtamissyvyys on yleensä alle 500 mm. Hydraulinen murtaminen sopii massiivisten, mieluummin raudoittamattomien siltojen alusrakenteiden purkamiseen. Murtokohta voidaan suunnata sopivalla reikävälillä hyvinkin tarkasti.

Hydraulinen murtamista kannattaa käyttää esimerkiksi silloin, kun puretaan paksuja maanvastaisia betonirakenteita pöly- ja tärinäherkissä kohteissa. Betonin hydraulinen murtamismenetelmä on hiljainen, pölytön ja staattinen purkumenetelmä.

6.3 Halkaisu paisunta-alueella

Paisunta-aine on pääasiassa sammuttamaton kalkkia, joka veteen sekoitettuna aiheuttaa 1–4 vuorokauden kuluessa 30–40 MPa:n murtovoiman. Paisunta-ainetta on käytetty massiivisten, mieluummin raudoittamattomien siltojen alusrakenteiden purkamiseen (kuva 25).

Paisunta-aineella halkaisuun verrattava menetelmä on nestemäisen hiilidioksidikaasun räjäyttämisen sähköisesti patruunassa olevalla kemiallisella panoksella, joka aiheuttaa nopean paineennousun patruunassa. Syntyvä halkaisupaine on 1,2–2,7 MPa. Patruunoiden pituudet ovat 680–1240 mm. Patruunoita voidaan käyttää useamman keran ja ne voidaan ladata työmaalla. Paineisku ei ole kovin voimakas, mutta räjäytettävä kohta on syytä peittää esimerkiksi hiekkasäkeillä.



Kuva 25. Paisunta-aineella murrettu siipimuuri.

6.4 Räjäytys

Räjäyttämistä on käytetty yleensä koko sillan purkamiseen. Myös rakenteen osittainen purkaminen on mahdollista hallitulla räjäyttämällä /2/.

6.5 Pudotusjätkäle

Pudotusjätkalettä käytetään yleensä koko sillan purkamiseen (kuva 26). Raskaalla pudotettavalla painolla murskataan sillan kansi ja kantavat rakenteet rikki, jonka jälkeen palaset murskataan ja lajitellaan.



Kuva 26. Pudotusjätkäleellä purkamista.

7 JYRSINTÄMENETELMÄT

7.1 Urajyrsintä

Suoraviivainen urajyrsintä voidaan tehdä rinnakkain kiinnitetyillä timanttilaikoilla. Menetelmää käytetään sahattaessa kutistumissaumoja asfalttipäällysteeseen tai betoniseen ajotielaattaan. Sauman leveys voi olla 10–50 mm ja syvyys 20–50 mm. Uran ja halkeaman avartamiseen voidaan käyttää kovametalliterää (kuva 27).



Kuva 27. Halkeaman avartamista kovametalliterällä.

7.2 Taso jyrsintä

Asfalttijyrsin on tehokkain laajoja asfalttipintoja poistettaessa (kuva 28). Tehokkaimmilla jyrsimillä voi poistaa 50–60 mm:n kerroksen yhdellä jyrsintäkerralla. Jyrsittyyn pintaan jää 5–10 mm:n urat. Asfaltinjyrsintä ei saa käyttää kansilaatan yläpinnan jyrsintään.

Pienempiä alueita ja paikattavia kohtia voi jyrsiä käsin ohjattavalla paineilmakäyttöisellä jyrsimellä, jossa on 3–5 kovametalliterää (kuva 29). Jyrsintäsyvyys voi olla 25 mm. Laitteet painavat 50–150 kg. Ahtaassa paikassa voi käyttää ohuen betonikerroksen poistamiseen paineilmakäyttöisiä käsityövälineitä, jossa on pyörivä kovametalliterä. Nämä työvälineet painavat 2–5 kg.

Ohuen pintakerroksen poistamiseen tai pinnan puhdistamiseen voi käyttää teräksisellä terärumulla varustettuja jyrsinkoneita (kuva 30), joita on saatavana polttomoottori-, sähkö- ja paineilmakäyttöisinä, tai erilaisilla hiomakivillä tai timanttilaikoilla varustettuja hiomakoneita, joita on saatavana polttomoottori- ja sähkökäyttöisinä. Käsin ohjattavat laitteet painavat 50–150 kg.



Kuva 28. Voimakas asfalttijyrsin



Kuva 29. Pieniin kohteisiin sopiva hakkuri.



Kuva 30. Ohuen pintakerroksen poistamiseen sopiva jyrsin.

8 PINNANPUHDISTUSMENETELMÄT

8.1 Suihkupuhdistus

Suihkupuhdistuksella tarkoitetaan teräs- tai betonipinnan mekaanista puhdistusta ja karhennusta paineilma-, painevesi- tai sinkolaitteella. Laitteita ovat avopuhallus-, tyhjiöpuhallus-, vesisuihku- ja sinkopuhdistuslaitteet.

Sillankorjauksissa käytetään yleensä painekammioityyppisiä avopuhalluslaitteita, joissa rakeet puhalletaan paineilman avulla päin puhdistettavaa pintaa. Menetelmä on tehokas, mutta melu ja pöly ovat ongelmia. Pölyn voi sitoa märkäpuhalluslaitteella, mutta teho laskee tällöin huomattavasti. Tyhjiöpuhalluslaitteet ovat toistaiseksi niin tehottomia, että niitä kannattaa käyttää vain pienissä kohteissa, jos pölyhaittaa ei sallita. Uudet sinkopuhdistuslaitteet ovat erittäin tehokkaita, ja ne ovat saavuttaneet suuren suosion, mutta niitä voi käyttää lähinnä lattiapinnoilla.

8.1.1 Hiekkapuhallus

Puhallusmateriaalina käytetään yleensä kertakäyttöisiä materiaaleja (raekoko 0,5–1,7 mm) kuten kvartsi- tai muuta luonnonhiekkaa. Puhdistusteho riippuu raemateriaalin kovuuden sekä rakeiden muodon, koon ja määrän lisäksi ilmamäärästä sekä suihkupuhdistussuuttimen rakenteesta, puhalluskulmasta ja -etäisyydestä. Tarvittava ilmanpaine on 0,6–0,8 MPa. Useimmiten tarvitaan ilmanlaadun takaamiseksi tehokas jäähdytin sekä veden- ja öljynerotin. Jos tavoitteena on mahdollisimman suuri puhdistusnopeus, venturisuiutin on tehokkaampi kuin suora suutin. Näiden tekijöiden sekä vaadittavan pinnan mukaan työsaavutus vaihtelee välillä 25–75 m²/h. Hiekkapuhallusjätteiden leviämistä ympäristöön ei sallita useilla kaupunkialueilla, joten työkohte on eristettävä peitteillä.



Kuva 31. Betonipinnan suihkupuhdistusta hiekkapuhalluksella.

8.1.2 Vesihiekkapuhallus

Vesihiekkapuhalluslaite toimii ejektoriperiaatteella, jossa paineinen vesi saa suuttimen ejektorissa aikaan imun puhallusletkuun, joka on johdettu raesäiliöön. Kuivaa hiekkaa saadaan sekoittumaan noin 10 kg 100 litraan vettä. Menetelmä on hidas ja sen työsaavutus on 5–10 m²/h. Melu on vähäisempi kuin hiekkapuhalluksessa. Tarvittava paine on 10–20 MPa (100–200 bar). Suihkupuhdistusetaisyys on 400–800 mm. Vesihiekkapuhallus sallitaan yleensä kaupunkialueillakin.

Liete on poistettava puhdistetuilta pinnoilta heti. Liete poistetaan korkeapainepesuna.

8.1.3 Sinkopuhdistus

Metallikuulasinko on kehitetty lattioiden puhdistukseen, mutta siitä on kehitetty myös ripustettava laite, jolla voi puhdistaa seinäpintoja. Laite toimii siten, että sinkopyörä saa metallikuulat liikkeeseen ja ne iskeytyvät puhdistettavaan pintaan. Tehokas imuri imee pölyn ja haulit pois ja haulit palaavat uuteen kiertoon. Yleisimmin käytettävät laitteet painavat noin 300 kg imureineen. Työsaavutus on 40–90 m²/h.

Työleveys on 200–500 mm ja sinko poistaa 1–2 mm:n kerroksen. Ongelmana on, että sivuesteen viereen jää noin 100 mm:n kaista, joka on puhdistettava muulla tavoin. Hierretty pinta saattaa myös tulla epätasaiseksi. Sen sijaan pölyhaittaa ei ole ja laite on hiljainen muissa puhdistusmenetelmissä käytettyihin verrattuna.



Kuva 32. Sinkopuhdistuslaite.

8.1.4 Soodapuhallus

Pinnan suihkupuhdistus voidaan tehdä myös soodapuhalluksena (kuva 33). Soodapuhallus voidaan tehdä niin märkänä kuin kuivanakin eli käyttäen joko sooda-vesi-seosta tai pelkkää soodajauhetta.



Kuva 33. Soodapuhallusta.

8.1.5 Kuivajääpuhallus

Kuivajääpuhallus on soodapuhallusta tehokkaampi menetelmä betoni-, kivi- ja teräspinnan puhdistamiseen (kuva 34). Puhdistettavaan pintaan puhalletaan pieniä, kuivia jääpaloja, jotka irrottavat kiinteän lian, rasvan ja maalin.



Kuva 34. Kuivajääpuhallusta.

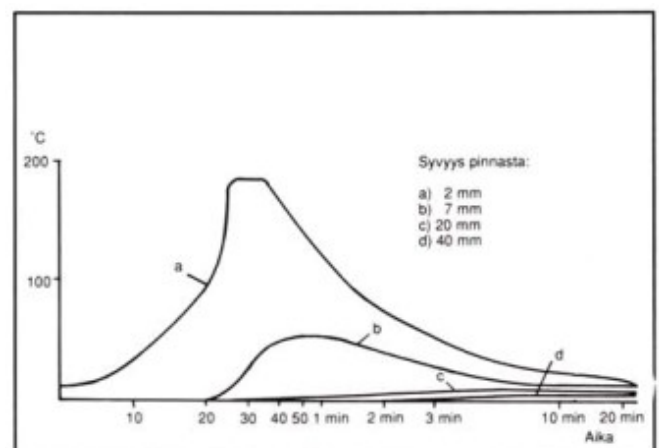
8.2 Liekkiharjaus

Liekkiharjaus on menetelmä, jossa betonin pintakerros irrotetaan noin 3100 °C:n happi-asetyyleenikaasuliekillä rivipolttimen avulla (kuva 35). Liekkiharjaus soveltuu myös öljyn ja muiden epäpuhtauksien poistoon betonin pinnasta. Polttimen kuljetusnopeus on 0,02–0,03 m/s. Pintakerros irta toaa räjähdysmäisesti, koska liekit kuumentavat betonin 200–250 °C:seen 2 mm:n syvyyteen asti (kuva 36). Syvemmillä betoni ei vaurioidu haitallisesti, koska lämpötila laskee nopeasti ja 7 mm:n syvyydessä se on noin 70 °C. Liekkiharjattu pinta on kuitenkin vielä suihkupuhdistettava.

Polttimen leveydet ovat 150–500 mm. Työsaavutus on polttimen koon mukaan 10–60 m²/h. Liekkiharjaus sopii myös pysty- ja kattopintojen puhdistamiseen. Liekkiharjattu pinta on epätasainen, koska betonin laatu ja kosteus vaihtelevat.



Kuva 35. Betonipinnan liekkiharjausta.



Kuva 36. Lämpötilojen muutokset liekkiharjatun betonipinnan alapuolella /3/.

8.3 Korkeapainepesu

Korkeapainepesu tunnetaan myös nimellä suurpainepesu. Vesi suunnataan paineella puhdistettavaan pintaan. Vaikutussyvyys on alle 5 mm. Paine saadaan aikaan siirrettävällä pumpulla, jossa on tavallisesti lämmitin sekä laite pesukemikaalien lisäämiseksi. Painepesussa voi käyttää joko kylmää tai kuumaa vettä. Betonipinnoilla käytetään yleensä alkalista pesuainetta. Suuria vaakapintoja, kuten kansilaatan yläpintaa pestäessä voidaan käyttää tasovesipesulaitetta (kuva 37).

Suuria pintoja pestäessä on suositeltavaa käyttää korkeapainepesulaitetta, jonka vedenkulutus on 15-20 l/min. ja tarvittava paine 15-25 MPa (150-250 bar). Suihkuetäisyys on 200-400 mm. Pesussa käytetään lämmintä vettä (50–70 °C). Pesuaineliuos valmistetaan tuotekohtaisten ohjeiden mukaan. Pesuaineliuos annetaan vaikuttaa ½–2 minuuttia, jonka jälkeen alkalijätteet huuhdellaan huolellisesti pinnoilta korkeapainepesulaitteella. Pesu voidaan tehdä myös käsin harjaamalla, jolloin pesuaineliuos on huomattavasti laimeampi.

Pinnoitettavilta pinnoilla olevat suolat poistetaan vesipesulla harjaten, koska kloridit ovat vesiliukoisia. Suolojen huolellinen poistaminen on tarpeen ennen suihkupuhdistamista, koska muutoin suolat iskostuvat kiinni puhdistettavaan pintaan.

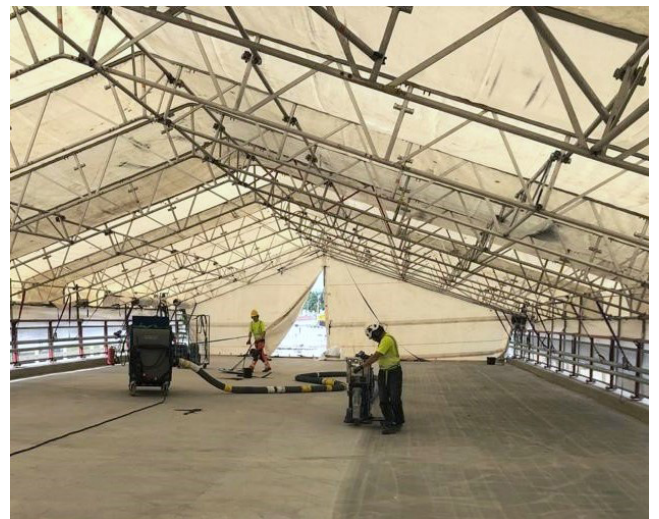


Kuva 37. Sillan reunaosien pesua tasovesipesuna.

8.4 Imurointi

Sillan kannen puhdistus imuroimalla on suositeltavampaa kuin paineilmapuhallus, koska puhallus vain siirtää hienoja aineksia paikasta toiseen ja voi aiheuttaa ympäristöhaittoja. Laajat alueet (yli 500 m²) puhdistetaan sähkökäyttöisellä lakaisurilla. Laajojen pintojen viimeistely ja pienet puhdistustyöt tehdään rakennusimurilla, joka on tarkoitettu sekä veden että pölyn imurointiin. Imuri liitetään yleensä myös betonipinnan esikäsitteilylaitteeseen, etenkin vaakapinnoilla (kuva 38).

Rakennusimurin tehon pitää olla vähintään 1000 W ja ilmamäärän vähintään 50 l/s. Näiden imureiden painot ovat 15–40 kg ja säiliön tilavuus vähintään 50 l. Koska silloissa on suljettujakin tiloja, pölynsuodatus-tehoon pitää kiinnittää huomiota ja äänitaso saa olla korkeintaan 70 dB(A). Suurella lakaisukoneella voi puhdistaa noin 3000 m²/h, rakennusimurilla 300–600 m²/h.



Kuva 38. Sinkopuhaltimeen liitetty imuri.

9 TYÖTURVALLISUUS

Rakennuttaja laatii työturvallisuuden huomioon ottamista varten turvallisuusasiakirjan. Sillankorjaustyömaan turvallisuussuunnitelma laaditaan työturvallisuutta käsittelevän SILKO-yleisohjeen /1/ kohdan 2.2 mukaan. Ennen rakenteiden purkamista on selvítettävä materiaalien haitta-ainepitoisuudet.

Kaikki työmenetelmät edellyttävät työhön soveltuvat henkilökohtaiset suojaimet. Mekaaniset piikkausvasarat aiheuttavat tärinää, pölyä ja melua. Piikkaustyöt pitäisikin tehdä ensisijaisesti koneellisesti, toissijaisesti käsityökaluja käyttäen.

Betonirakenteiden purku- ja esikäsittelytyöissä käytettävien koneiden on täytettävä työvälineiden käyttö päätöksen /4/ määräykset. Koneissa ja laitteissa on oltava selkeät käyttö- ja huolto-ohjeet.

9.1 Tärinä ja melu

Tärinä on kiinteissä kappaleissa etenevää värähtelyä, joka voi kohdistua joko ihmisen koko kehoon tai pelkästään yläraajoihin. Varsinkin kallio- porakoneet, paineilmavasarat ja -taltat, jotka ovat käsin tuettavia työkaluja, aiheuttavat voimakkaan tärinän yläraajoihin.

Tärinän aiheuttamista vaurioista yleisimpiä ovat verisuonten supistumiskohtaukset, ääreishermoston vauriot sekä nivelrikko. Yleisin tärinäsairauden oire on valkosormisuus.

Tärinän vaarallisuuteen vaikuttavat tärinän taajuus ja voimakkuus, tärinätyön kesto ja työn tauotus, käytettävät työmenetelmät ja työkoneen tyyppi, työssä tarvittava voima ja sen suunta sekä kehon asento.

Käytettävästä käsityövälineestä on tiedettävä tärinän ja melun suuruus. Suositellun tärinäannoksen raja-arvo on painotetusti mitattuna 2,5 m/s².

Käsityövälineiden toimittajan ja myyjän tulee aina ilmoittaa, kuinka suuri tärinäannos käsikoneesta tai käsiohjausta koneesta siirtyy käyttäjään. Jos koneen tärinäannos ei ylitä suositusrajaa, sitä saa käyttää koko työvuoron ajan. Jos tärinäannos on sitä vastoin esim. 5 m/s², työntekijä voi työvuoron aikana käyttää konetta vain noin neljä tuntia.

Tärinän aiheuttamia haittoja voi betonirakenteiden purkutyössä torjua parhaiten käyttämällä mahdollisimman vähän sellaisia purkumenetelmiä, joissa työntekijän on pidettävä konetta käsin. Jos käsityövälineissä on tärinävaimennetut kahvat (ilmatäytteiset tai solukumiset), ne on pidettävä jatkuvasti alkuperäisessä kunnossa, jotta niiden vaimennusteho säilyy.

Melun katsotaan aiheuttavan kuulon vioittumisen vaaran, jos se jatkuvasti ylittää 85 dB(A). Tällöin on käytettävä kuulonsuojaimia.

9.2 Pöly

Piikattaessa betonirakenteita ja kiveä syntyy aina pölyä. Paineilmavasarat levittävät pölyä vapautuvan ilman takia enemmän kuin hydrauliset vasarat. Pölyn syntymistä voi vähentää kastelulla. Hengityssuojaimia on käytettävä aina betonia purettaessa mekaanisesti (kuva 39).

Erityisesti tulee huomioida kvartsipölyltä, asbestilta sekä PAH-yhdisteiltä suojautuminen. Pölyn leviämisen estäminen ja työntekijöiden käyttämien henkilösuojaimien vaatimukset on esitetty asetuksessa Vna 1267/2019 /5/. Betonirakenteiden purkamiseen liittyviä haitta-aineita ja niiden käyttöjankohtia on esitetty kohdassa 10.

Asbestia sisältävän rakenneosan purkaminen on aina luvanvaraista asbestipurkutyötä. Asbestipurkumenetelmän sopivuus on syytä varmistaa Aluehallintovirastosta ennen urakan aloittamista. Työsuojeluhallinnon verkkosivuilta löytyvät lain ja asetuksen tulkintaohjeet. Asbestipurkumenetelmää harkittaessa on huomioitava, voidaanko kaikki asbesti purkaa esim. suojatusta työkoneesta vai onko rakenteessa alueita, josta asbestipitoinen materiaali on purettava mekaanisesti. Näillä seikoilla on vaikutusta purku- ja suojausmenetelmään. Asbestipurkutyötä varten on tehtävä kirjallinen turvallisuussuunnitelma.



Kuva 39. Piikkaajalla on riittävät suojaimet.

9.3 Työ- ja suojatelineet

Betonirakenteiden purkutyössä tarvitaan usein työtelineitä tilapäisinä työtasoina. Siltojen aukkojen rakenteita purettaessa tarvitaan myös suojatelineitä estämään purkujätteiden ja työkalujen putoaminen alla kulkevan liikenteen päälle tai vesistöön. Suojatelineet on rakennettava siten, että purkamisessa käytettävä vesi ohjautuu hallitusti suunniteltuun purkupaikkaan.

Telineinä voi käyttää muun muassa siirrettäviä telineitä, uloketelineitä, riipputelineitä tai henkilönostimia. Telineiden on kuitenkin aina oltava tukevia ja työtelinepäätöksen /6/ sekä työ- ja suojatelineohjeiden /7/ mukaisesti mitoitettut ja varustettu ajantasaisella telinekortilla. Turvallisilla telineillä piikkaus- ja muun purkutyön tekijä voi rauhassa keskittyä työtehtäväänsä tarvitsematta pelätä putoavansa.

Henkilönostoissa noudatetaan henkilönostopäätöksen /7/ määräyksiä.

10 YMPÄRISTÖNSUOJELU

Ympäristönsuojelutoimet tehdään SILKO-yleisohjeen /1/ kohdan 3 mukaan.

Pinnoitteessa, saumaussmassassa ja vedeneristysmateriaalissa saattaa olla vaaralliseksi jätteeksi luokiteltavaa ainetta. Mahdollisia haitta-aineita sillon betonirakenteiden purkuun liittyen voivat olla seuraavat /8/:

- Asbestia sisältävät bitumieristeet, jonka käyttö oli yleisintä vuosina 1950-1990.
- PAH-yhdisteitä sisältävät bitumieristeet (PAH), jota käytettiin yleisimmin vuosina 1900-1990.
- Saumaussmassat (PCB ja lyijy), joiden käyttö oli yleisintä vuosina 1960-1980.

Jos vanhassa vesieristeessä on todettu haitta-aineen määrän ylittävä pitoisuus haitta-aineita, niin vesieristeen päällä olevaa suojabetonia ja eristeen poiston yhteydessä irtoavaa betonia tulee myös käsitellä vaarallisena jätteenä. Pitoisuuden "laimentaminen" sekoittamalla purettu suojabetoni isompaan erään betonia ei ole sallittua.

Piikkaustyössä syntyvä pöly, melu ja irtoava purkujäte voivat aiheuttaa ympäristöhaittoja.

Ympäristönsuojelun kannalta hydraulisissa voimayksiköissä on käytettävä ns. "bionesteitä", jotka hajoavat ympäristöön joutuessaan.

Ympäristölupia käsittelevät aluehallintovirasto (AVI) ja kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. Myös alueellinen ELY-keskus neuvoo ympäristönsuojeluun liittyvissä asioissa.



Kuva 40. Purkualueen suojaus.

Betonirakenteen purkamisessa syntyvä betoni- ja teräsjäte on yleensä kierrätettävää materiaalia. Samoin telineissä käytettävä materiaali. Purkujätteen kiertotalous on syytä huomioida urakan sopimusasiakirjoissa. Purkujätteen uusiokäyttöä on esitetty SILKO yleisohjeessa Ympäristönsuojelu /1/ sekä Väyläviraston tutkimuksessa /9/.

11 LAADUNVARMISTUS

Paikalleen jäävän rakenteen tartuntapinnalle on asetettu tartuntalujuusvaatimus, ja se tarkistetaan työn alussa mallityölle tehtävällä vetokokeella. Vetokoe toistetaan tarpeen mukaan työn kuluessa.

Jos korjattavan betonirakenteen pinnan tartuntalujuudelle on asetettu vaatimus 1 MPa (1N/mm²) tai yli, se testataan vetokokeella työn alussa ja työselityksen mukaan työn kuluessa. Lisäksi työn alussa on aina sovittava vertailupinnasta, joka täyttää kulloisetkin vaatimukset. Betonipinnan (kuva 41) suihkupuhdistusasteet voidaan jakaa neljään luokkaan seuraavasti (liite 2) /10/:

1) Erittäin kevyt suihkupuhdistus

Sementtiliima ja mahdollinen vanha maali ovat poistuneet kauttaaltaan 90 %:sti ja pinnassa voidaan erottaa alle 1 mm:n kiviainesrakeita. Rakenteen pinnalla ei esiinny pinta-alaltaan yli 10 cm²:n kokoisia heikosti puhdistettuja alueita (kuva 42).

2) Kevyt suihkupuhdistus

Sementtiliima ja mahdollinen vanha maali ovat poistuneet kauttaaltaan 99 %:sti ja pinnassa voidaan erottaa kauttaaltaan alle 1 mm:n kiviainesrakeita. Rakenteen pinnalla ei esiinny pinta-alaltaan yli 2 cm²:n kokoisia heikosti puhdistettuja alueita (kuva 43).

3) Tavanomainen suihkupuhdistus

Sementtiliima ja mahdollinen vanha maali ovat poistuneet kauttaaltaan ja pinnassa voidaan kauttaaltaan havaita selvästi vähintään 4 mm:n kiviainesrakeita. Rakenteen pinnalla ei esiinny puhdistamattomia alueita (kuva 44).

4) Perusteellinen suihkupuhdistus

Sementtiliima ja mahdollinen vanha maali ovat poistuneet kauttaaltaan ja pinnassa voidaan kauttaaltaan havaita selvästi yli 8 mm:n kiviainesrakeita. Rakenteen pinnalla ei esiinny pinta-alaltaan yli 100 cm² luokan 3 puhdistamattomia alueita (kuva 45).



Kuva 41. Betonipinta ennen suihkupuhdistusta.



Kuva 42. Erittäin kevyt suihkupuhdistus



Kuva 43. Kevyt suihkupuhdistus



Kuva 45. Perusteellinen suihkupuhdistus



Kuva 44. Tavanomainen suihkupuhdistus

12 RINNAKKAISET OHJEET

/1/ [SILKO-yleiset laatuvaatimukset](#). Väyläviraston ohjeita.

/2/ Korhonen, Pekka ja Seren, Kari-Johan, Betonin leikkausmenetelmät, Espoo 1987. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedotteita 692. 81 s. ISBN 951-38-2820-4.

/3/ Johansson Lars, Flamresning av betong. Stockholm: Cement- och betonginstitutet CBI, 1975. Rapport 15:75. 6 s.

/4/ [Valtioneuvoston päätös työssä käytettävien koneiden ja laitteiden hankinnasta, turvallisuutta käytöstä ja tarkastamisesta](#) (856/98)

/5/ Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta (1267/2019).

/6/ STM:n päätös 156/98 työtelineiden ja puotaimista estävien suojarakenteiden käytöstä rakennustyössä.

/7/ Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisuudesta käytöstä ja tarkastamisesta (403/2008).

/8/ RT 20-11160 (KH 90-00553, LVI 01-10553, Infra 061-710135) Haitta-ainetutkimus. Rakennustuotteet ja rakenteet 2016. www.rakennustietokauppa.fi

/9/ [Siltojen ja muiden taitorakenteiden purku- betonijätteen hyödyntäminen](#). Väyläviraston tutkimuksia 8/2019. ISBN 978-952-317-679-9.

/10/ By 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2016. Suomen Betoniyhdistys ry. ISBN 978-952-68068-7-7.

TERMIT, MÄÄRITELMÄT JA KÄSITTEET

Käsitejärjestelmäkaaviot

Käsitejärjestelmäkaaviot kuvaavat erilaisin diagrammein käsitteiden välisiä suhteita.

1) Puudiagrammeina esitettävissä hierarkisissa käsitejärjestelmissä edetään laajemmasta yläkäsitteestä suppeampaan alakäsitteeseen; esim. kuvassa 2 betonirakenteen purkaminen jakautuu piikkaukseen, poraukseen, leikkaukseen, murtamiseen ja jyrshintään. Esimerkiksi murtaminen jakautuu puolestaan puristukseen, halkaisuun ja räjäytykseen, jotka edelleen jakautuvat alakäsitteisiinsä.

Hierarkkinen käsitejärjestelmä on usein moniulotteinen, sillä yläkäsitteet voidaan jakaa alakäsitteisiinsä erilaisin perustein. Esimerkiksi kuvassa 1 toimilaitteet on jaettu toisaalta käytettävän voimayksikön mukaan hydraulikoneisiin, paineilma-koneisiin ja sähkölaitteisiin, toisaalta käyttötarkoituksen mukaan piikkauslaitteisiin, porakoneisiin, sahoihin jne. Yksittäinen toimilaitte kuuluu kummallakin ulottuvuudella johonkin näistä alaryhmistä; esim. hydraulinen piikkausvasara. Eri ulottuvuudet osoitetaan käyttämällä paksumpaa viivaa kuin ala- ja yläkäsitteiden esittämisessä.

2) Koostumussuhteita, jotka kuvaavat kokonaisuuksia ja niiden osia, havainnollistetaan kampa-diagrammien avulla. Esimerkiksi kuvan 1 mukaan aggregaatti koostuu käyttömoottorista ja voimayksiköstä.

3) Funktiosuhteet kuvaavat käsitteiden välisiä toiminnallisia, välineellisiä yms. suhteita, ja niiden havainnollistamiseen käytetään nuolidiagrammeja. Esimerkiksi käyttömoottorin, voimayksikön, toimilaitteen ja konetyökalun väliset suhteet kuvassa 1 ovat funktiosuhteita.

Termitietueet

Termit, määritelmät ja selitteet on esitetty ns. termitietueina. Ensimmäisenä tietueessa on juokseva numero. Seuraavalla rivillä on suositeltavat termit lihavoituna. Mieluummin kuin -merkinnällä on merkitty toissijaiset, mutta ei kuitenkaan täysin hylättävät termit. Määritelmässä on alleviivattu termit, jotka viittaavat sanastossa muualla määritelyihin käsitteisiin. Määritelmän jälkeinen kapeammalla rivinleveydellä kirjoitettu osa on selite, joka antaa mm. lisätietoja termin käytöstä.

1

Aggregaatti, koneikko

Kahden tai useamman koneen yhdistelmä. Tavallisin aggregaatti on sähköaggregaatti, joka on polttomoottorin ja sähkögeneraattorin yhdistelmä.

2

Voimayksikkö

Laite, joka muuntaa energiaa toisentyyppiseksi energiaksi. Voimayksikkö voi muuntaa käyttömoottorin tuottaman energian esimerkiksi kaasun tai nesteen paineeksi ja sähköenergiaksi.

3

Hydraulinen voimayksikkö

Voimayksikkö, joka muuntaa käyttömoottorin tuottaman energian nesteen paineeksi.

4

Kompressori; mieluummin kuin: pneumaattinen voimayksikkö

Voimayksikkö, joka muuntaa käyttömoottorin tuottaman energian kaasun paineeksi.

5

Sähkögeneraattori; mieluummin kuin: sähköinen voimayksikkö

Voimayksikkö, joka muuntaa käyttömoottorin tuottaman energian sähköenergiaksi. Sähkögeneraattorin ja polttomoottorin yhdistelmää kutsutaan sähköaggregaatiksi.

6

Hydraulikone

Toimilaitte, joka käyttää hydraulisen voimayksikön aikaansaamaa nesteiden painetta mekaaniseen työhön.

7

Hydrauliikka

Hydraulisella voimayksiköllä paineistetun nesteen käyttö toimilaitteen käyttövoimana.

8

Paineilma

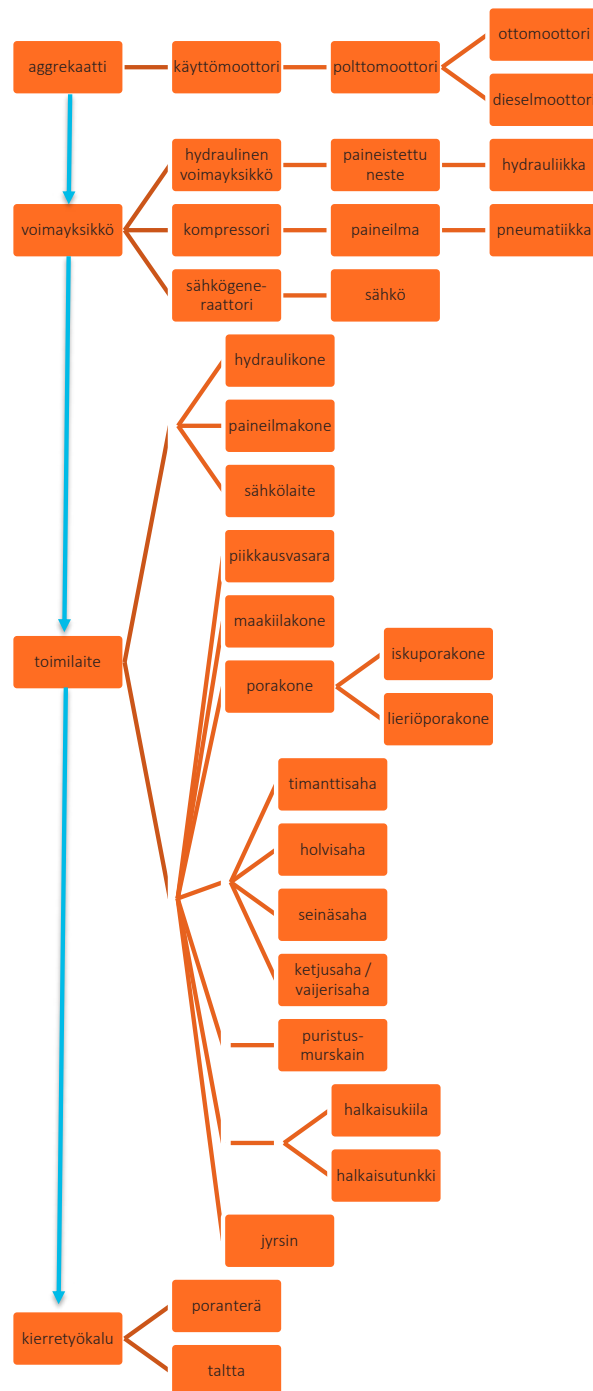
Kompressorilla tiivistetty ilma.

9

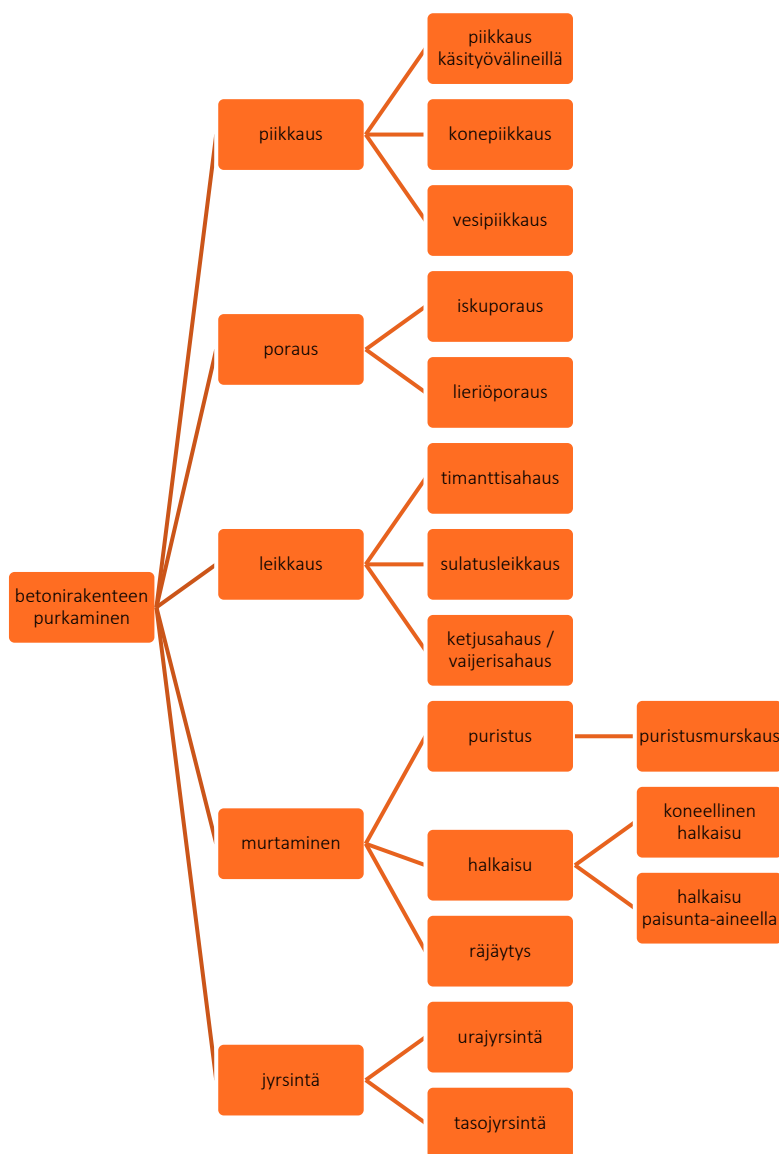
Paineilmakone

Toimilaitte, joka käyttää paineilmaa mekaaniseen työhön.

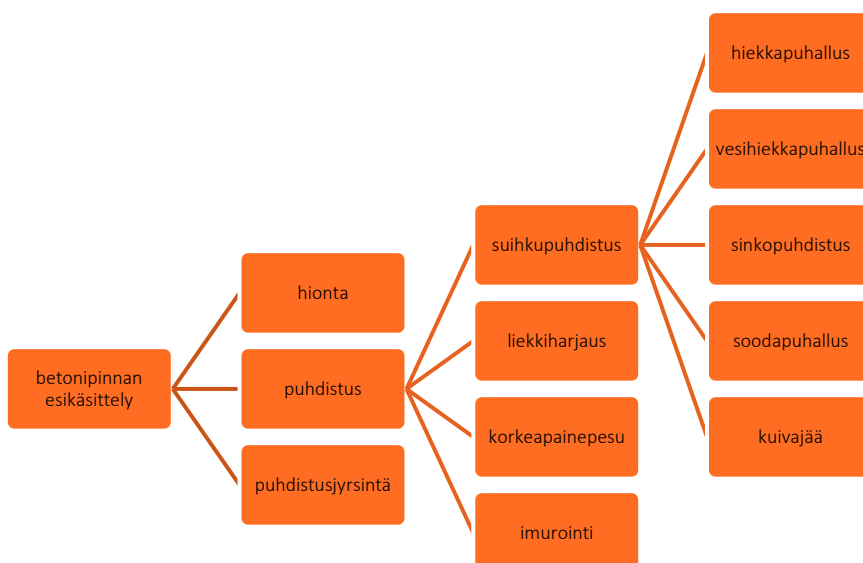
- 10
Pneumatiikka
Paineilman käyttö toimilaitteen käyttövoimana.
- 11
Sähkölaite
Toimilaite, joka käyttää sähköenergiaa mekaaniseen työhön; vrt. sähkögeneraattori.
- 12
Konetyökalu
Toimilaitteeseen kiinnitettävä työkalu. Konetyökalu voi olla esimerkiksi poranterä tai taltta.
- 13
Rekyyli
Vastavoiman aiheuttama liike, Esimerkiksi vesipiikkauksessa rekyyli työntää vesipiikkaajaa piikkattavasta kohteesta pois päin.



Kuva 1. Käyttömootoreita, voimayksikköjä ja toimilaitteita kuvaava käsitejärjestelmä.



Kuva 2. Betonirakenteen purkamismenetelmiä kuvaava käsitejärjestelmä.



Kuva 3. Betonipinnan puhdistusmenetelmiä kuvaava käsitejärjestelmä.

SUIHKUPUHDISTUSASTEET



Kuva 1. Pilarin koealueen suihkupuhdistusta.



Kuva 2. Ennen suihkupuhdistusta.



Kuva 3. Erittäin kevyt suihkupuhdistus.



Kuva 4. Kevyt suihkupuhdistus.



Kuva 5. Tavanomainen suihkupuhdistus.



Kuva 6. Perusteellinen suihkupuhdistus.