

YLEISOHJEEN SISÄLTÖ



Kuva 1. Sillan reunaa puretaan vesipiikkaamalla.



Kuva 2. Reunapalkkia puretaan piikkaamalla.



Kuva 3. Reunapalkin puhdistusta hiekkapuhalluksella.

1 YLEISTÄ	3
1.1 Ohjeen käyttöalue	3
1.2 Betonin purkuominaisuudet	4
1.3 Termit ja määritelmät	4
1.3.1 Käsitejärjestelmäkaaviot	4
1.3.2 Termitietueet	4
1.4 Menetelmän valinta	7
1.5 Purkutyösuunnitelma	10
2 VOIMAYKSIKÖT	11
2.1 Voimayksikön valinta	11
2.2 Hydrauliset voimayksiköt	12
2.3 Kompessorit	12
2.4 Sähköaggregaatit	12
3 PIIKKAUSMENETELMÄT	13
3.1 Piikkaus käsityövälineillä	13
3.2 Koneellinen piikkaus	13
3.2.1 Paineilmavasarat	13
3.2.2 Hydrauliset piikkausvasarat	14
3.2.3 Sähkökäyttöiset piikkausvasarat	15
3.2.4 Polttomootorikäyttöiset piikkausvasarat	15
3.2.5 Taltat	16
3.3 Vesipiikkaus	17
4 PORAUSMENETELMÄT	18
4.1 Iskuporaus	18
4.2 Lieriöporaus	18
5 LEIKKAUSMENETELMÄT	19
5.1 Timanttisaha	19
5.2 Sulatusleikkaus	20
5.3 Muut leikkausmenetelmät	20
6 MURTAMISMENETELMÄT	21
6.1 Puristumurskaus	21
6.2 Koneellinen halkaisu	21
6.3 Halkaisu paisunta-aineella	21
6.4 Räjätys	22
7 JYRSINTÄMENETELMÄT	23
7.1 Urajyrsintä	23
7.2 Tasojoyrsintä	23

8 PINNANPUHDISTUSMENETELMÄT	24	9 TYÖTURVALLISUUS	27
8.1 Suihkupuhdistus	24	9.1 Tärinä ja melu	27
8.1.1 Hiekkapuhallus	24	9.2 Pöly	28
8.1.2 Vesihiikkapuhallus	24	9.3 Työ- ja suojatelineet	28
8.1.3 Sinkopuhdistus	24	10 YMPÄRISTÖNSUOJELU	28
8.2 Liekkiharjaus	25	11 LAADUNVARMISTUS	29
8.3 Suurpainepesu	25	12 RINNAKKAISET OHJEET	30
8.4 Imurointi	26		

Tiehallitus, tuotanto-osasto, tekniset palvelut 1991 / Tiehallinto, siltatekniikka 2002

SILKO-projektin betonityöryhmä (1991):

Tieinsinööri Kari Moijanen
Laboratoriopäällikkö, DI Pertti Huovinen
Toimistopäällikkö, ins. Esko Nikkola
Tieinsinööri, DI Ossi Räsänen
Erikoistutkija, DI Erkki Vesikari
Toimitusjohtaja, ins. Jorma Huura

puh.joht. TIEH/Tt
Imatran Voima Oy
Lemminkäinen Oy
TIEH/Tt
VTT/RAM
sihteeri Insinööritoimisto Jorma Huura Ky

Erikoisasiantuntijat:

Diplomi-insinööri Pentti Eloniemi
Insinööri Erkki Hallasalo
Diplomi-insinööri Jorma Kastinen
Terminologi, FM Lari Kauppinen
Työsuojeluinsinööri Seija Vilander

TIEH/Tr
Tamrock Oy
Tekniikan Sanastokeskus ry
TIEH/He

Ohjeen ovat korjanneet hallinnollista tilannetta vastaavaksi Jouko Lämsä ja Jorma Huura vuonna 2002.

Konsultti: Insinööritoimisto Jorma Huura Ky
Piirroukset: Satu Jokilehto 17, 21, 27 ja 37
Lari Kauppinen 4-6

Valokuvat: Heikki Alarautalahti 12, 34 ja 41
Kurt Engblom 9, 11 ja 40
Heikki Kippola 28
Kari Kohtala 23
Jorma Lampinen 15 ja 20
Esko Mäenpää 22 ja 25
Jarmo Saarikko 39

Antti Saarinen 26
Pertti Saario 31
Sappo Salminen 35
Agan esite 36
Atlas Copco Manual 8 ja 16
Errut-esite 30
Jorma Huura muut valokuvat

TIEH 2230095 – SILKO 1.203

© 2002 Tiehallinto

Kirjapaino: Tampereen Ecuprint Oy

Julkaisua myy:

Tiehallinto
Painotuotemyynti
Opastinsilta 12A
PL 33, 00521 HELSINKI
Puhelin 0204 22 2053
Telekopio 0204 22 2652
E-mail elsa.juntunen@tiehallinto.fi

1 YLEISTÄ

1.1 Ohjeen käyttöalue

Ohje on laadittu siltojen korjausohjejärjestelmän osana, mutta sitä voi käyttää myös siltoja rakennettaessa. Ohjeen tietoja voi soveltaa myös asfalttia purettaessa.

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

Harvemmin käytettäviä ja kehitteillä olevia työvälineitä on esitelty muun muassa betonin leikkausmenetelmiä käsittelevässä julkaisussa /1/. Myös hyvää ulkomaista lähdekirjallisuutta on saatavissa /2/.

1.2 Betonin purkuominaisuudet

Ennen 1980-lukua valmistuneissa silloissa betonin lujuus on useimmiten alle K40. Näiden rakenteiden piikkaaminen tai muu työstäminen ei yleensä ole vaikeaa. Vanhoille rakenteille on tyypillistä, että betonin lujuus voi vaihdella samassakin rakennososassa melkoisesti, koska tiivistysmenetelmät ovat olleet tehottomia.

Viime vuosikymmeninä betonin lujuudet ovat jatkuvasti kasvaneet niin, että korkealujuuksiset betonit (yli K60) alkavat yleistyä myös siltarakenteissa. Tulevaisuuden sillankorjaustoissa joudutaankin käyttämään nykyistä tehokkaampaa kalustoa.

Betonin lujuus vaikuttaa etenkin piikkausmenetelmän valintaan. Karkean kuvan asiasta saa taulukon 1 arvoista, jotka perustuvat kokemukseräisiin havaintoihin. Poraus-, leikkaus- ja murtamismenetelmät eivät riipu yhtä paljon betonin lujuudesta, joskin työajat ovat sitä pitemmät, mitä lujempaa betoni on.

Taulukko 1. Betonin lujuuden vaikutus piikkausvälineen valintaan.

Piikkausväline	Helposti piikattavissa	Menetelmän yläraja
Käsityövälineet	-K25	K35
Piikkausvasara	-K35	K60
Maakiilakone	-K45	K60
Vesipiikkaus	-K35	K50
Puristusmurskain	-K50	K80

Betonin halkeilu ja rapautuminen helpottavat piikkausta. Vaikeissa tapauksissa käytetään apuna betonin murtamismenetelmiä.

1.3 Termit ja määritelmät

1.3.1 Käsitejärjestelmäkaaviot

Käsitejärjestelmäkaaviot kuvaavat erilaisin diagrammein käsitteiden välisiä suhteita.

1) Puudiagrammeina esitettävissä hierarkkisissa käsitejärjestelmissä edetään laajemmasta yläkäsitteestä suppeampaan alakäsitteeseen; esim. kuvassa 5 betonirakenteen purkaminen jakautuu piikkaukseen, poraukseen, leikkaukseen, murtamiseen ja jyrpintään. 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 4 toimilaitteet on jaettu toisaalta käytettävän voimayksikön mukaan hydraulikoneisiin, paineilmakoneisiin ja sähkölaitteisiin, toisaalta käyttötarkoituksen mukaan piikkauslaitteisiin, porakoneisiin, sahoihin jne. Yksittäinen toimilaite 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 4 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 4 ovat funktiosuhteita.

1.3.2 Termitietueet

Termit, määritelmät ja selitteet on esitetty ns. termitietueina. Ensimmäisenä tietueessa on juokseva numero. Seuraavalla rivillä on suositeltavat termit **lihavoituina**. Mieluummin kuin -merkinnällä on merkitty toissijaiset, mutta ei kuitenkaan täysin hylättävät termit. Määritelmässä on alleviivattu termit, jotka viittaavat sanastossa muualla määritelyihin käsitteisiin. Määritelmän jälkeinen kapeamalla 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 toisentyypiseksi energiaksi

Voimayksikkö voi muuntaa käyttömoottorin tuottaman energian esimerkiksi kaasun tai nesteen paineeksi tai sähköenergiaksi.

3

hydraulinen voimayksikkö

voimayksikkö, joka muuntaa käyttömoottorin tuottaman energian nesteen paineeksi

4

kompressor; 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

toimilaite, 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

toimilaite, joka käyttää paineilmaa mekaaniseen työhön

10

pneumatiikkapaineilman käyttö toimilaitteen käyttövoimana

11

sähkölaitetoimilaite, joka käyttää sähköenergiaa mekaaniseen työhön; vrt. sähkögeneraattori

12

konetyökalu

toimilaitteeseen kiinnitettävä työkalu

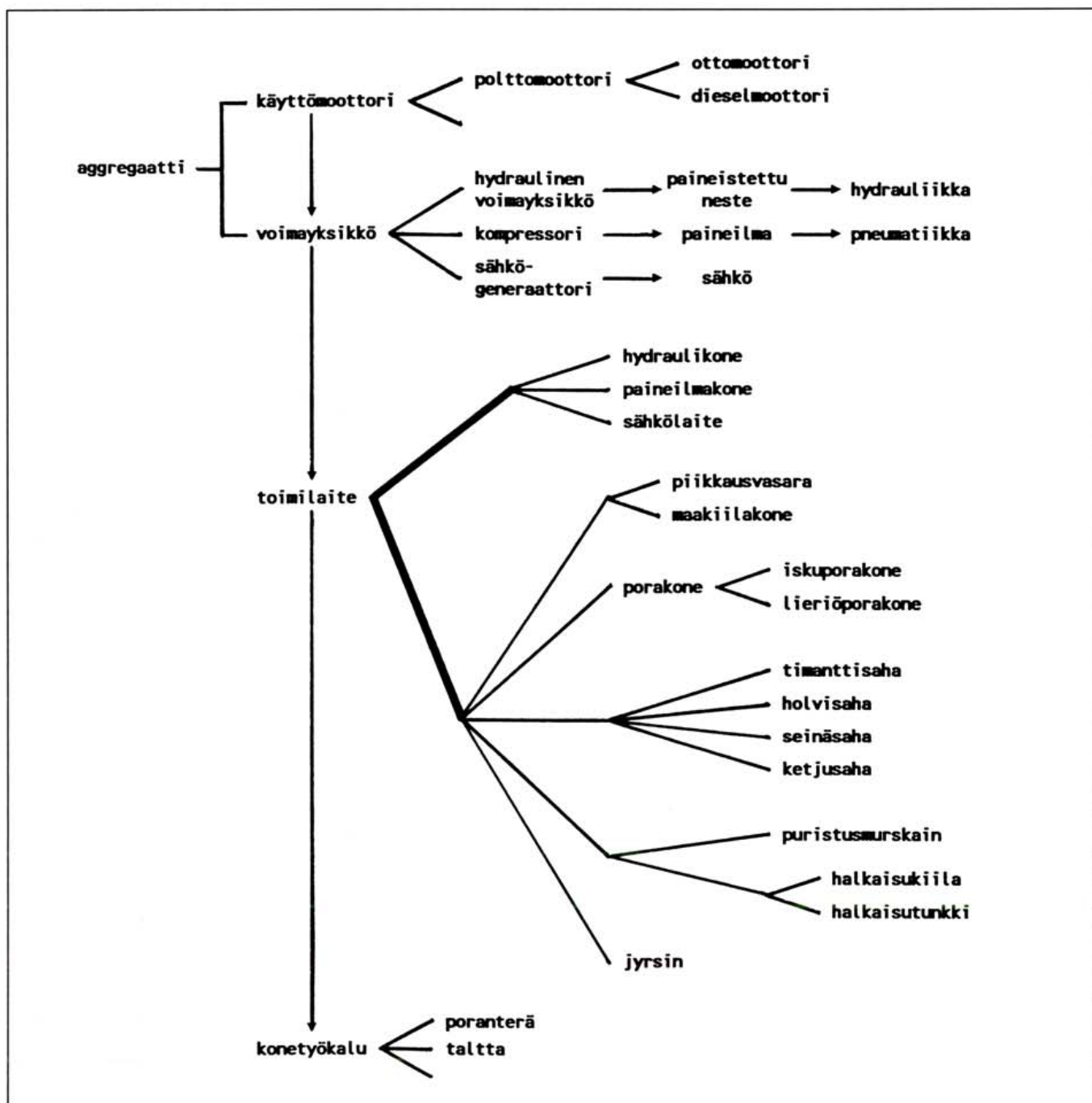
Konetyökalu voi olla esimerkiksi poranterä tai taltta.

13

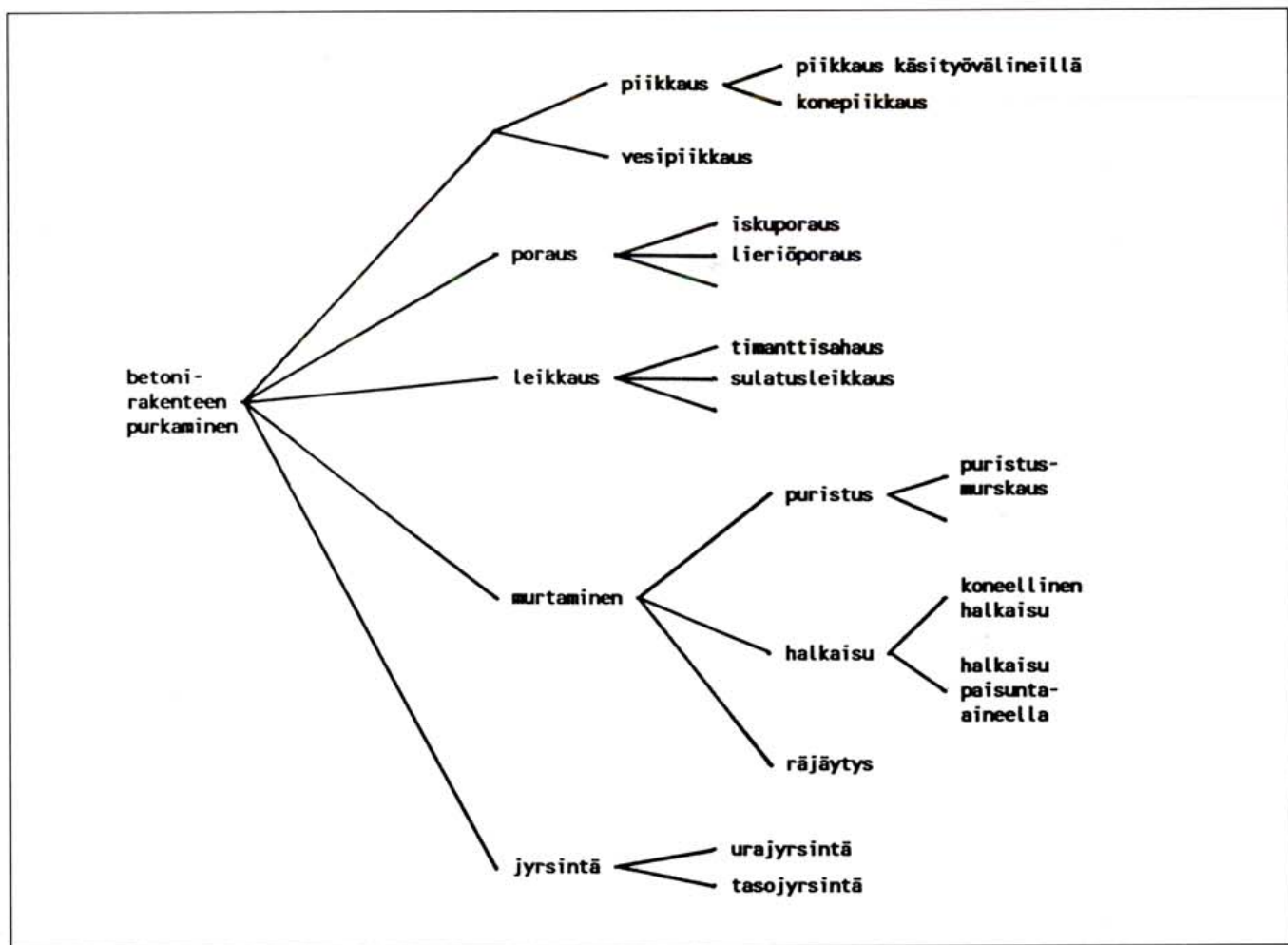
rekyyli

vastavoiman aiheuttama liike

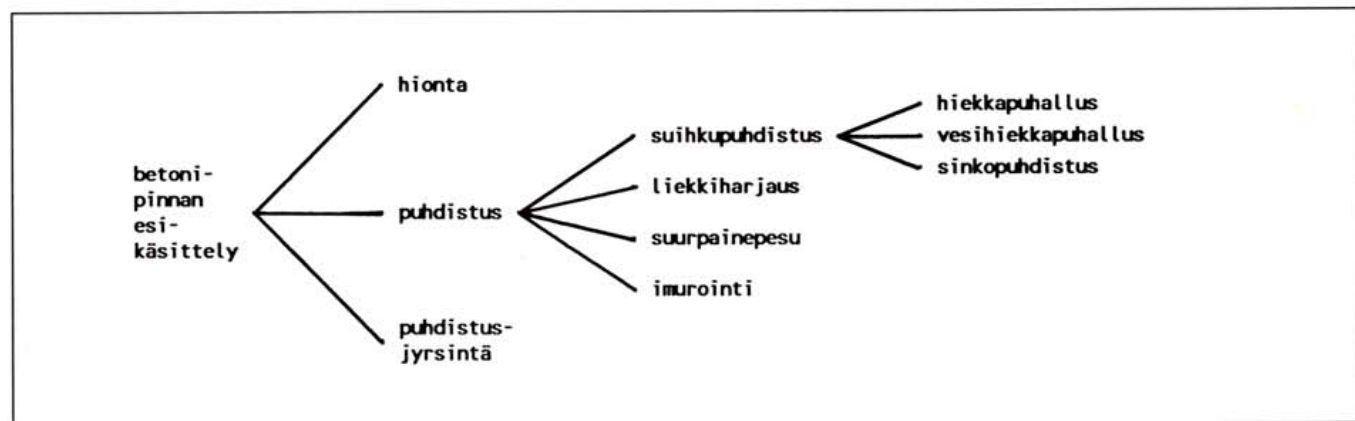
Esimerkiksi vesipiikkauksessa rekyyli työntää vesipiikkaajaa piikattavasta kohteesta pois päin.



Kuva 4. Käyttömoottoreita, voimayksiköjä ja toimilaitteita kuvaava käsitejärjestelmä.



Kuva 5. Betonirakenteen purkamismenetelmiä kuvaava käsitejärjestelmä.



Kuva 6. Betonipinnan puhdistusmenetelmiä kuvaava käsitejärjestelmä.

1.4 Menetelmän valinta

Paikalleen jäävä rakenne määrää suurelta osin menetelmälle asetettavat vaatimukset. Purkamismenetelmä on valittava niin, että paikalleen jäävä pinta täyttää korjausmenetelmän asettamat vaatimukset. 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 usein ainoa vaatimukset täyttävä menetelmä. Puristusmurskaus ja halkaisumenetelmät aiheuttavat hallitsematonta halkeilua ja lopputulos on usein arvaamaton. Toisaalta purettavan rakenteen suuri lujuus vaatii usein järeän purkamismenetelmän.

Näin ollen suunnitteluvaiheessa on

- selvitettävä rakenteiden purkuominaisuudet
- asetettava laatuvaatimukset harkitusti tarpeeksi korkealle
- valittava purkamismenetelmä edellisten perusteella ottaen huomioon myös koneiden ja laitteiden saatavuus ja kustannukset.

Jos käytetään hyväksi vanhaa raudoitusta, leikkausmenetelmät ja useimmat murtamismenetelmät eivät tule kysymykseen, koska ne katkaisevat eteen sattuvat raudoitustangot. Muita valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat mm.

- rakenneosien mitat
- työskentelyolot
- työvälineiden saatavuus
- työmaajärjestelyt
- kilpailutilanne
- ympäristörajoitukset.

Menetelmien soveltuvuus eri rakenneosien purkamiseen ja puhdistukseen on esitetty taulukossa 2.

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

Yksi korjausrakentamisen vaikeimmista ongelmista on tartunta vanhaan betoniin. Jos tartuntapinnan lähellä käytetään voimakkaita piikkausvälineitä, tartuntapintaan tulee säröjä. Jos voimakas piikkaus osuu raudoitustankoon, tangon ja betonin tartunta heikkenee.

Myös voimayksikön valinta on tärkeää. SILKO-projektissa on tehty periaatepäätös, että toimilaitteiden käyttövoimaksi suositellaan hydraulikkaa. Tapauksittain on harkittava, tarvitaanko sillankorjaustyömaalla lisäksi kompressori tai sähkögeneraattori tai molemmat.

Taulukossa 3 on esitetty eri menetelmien etuja ja haittoja.

Taulukko 2. Purkamis- ja puhdistusmenetelmien käyttökohteet

TYÖMENETELMÄ KÄYTTÖKOHDE														
	Piikkaus käsityövälineillä	Koneellinen piikkaus	Vesipiikkaus	Iskuporaus	Lieriöporaus	Timanttisahaus	Sulatusleikkaus	Puristumurskaus	Koneellinen halkaisu	Halkaisu paisunta-aineella	Hallittu räjäytys	Irrutus kaivinkoneella	Uraijyrsintä	Tasojyrsintä
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. Leikkausmenetelmien tekninen vertailu /1 ja 3/.

Tekniset tekijät	Menetelmä						
	Piikkaus	Alustalla oleva iskuvasara	Lieriö-poraus	Riviporaus	Timanttisaha	Murtaminen	Polttoporaus
Suunnittelutarve	+ Vähäinen	0 Kohtalainen	+ Vähäinen	+ Vähäinen	+ Vähäinen	0 Kohtalainen	+ Vähäinen
Purkumahdollisuudet (aukon kokoluokka)	0 Pienet/keskikokoiset aukot	+ Suuret aukot/osittainen purkaminen	- Pienet aukot	+ Keskikokoiset/suuret aukot	+ Keskikokoiset aukot/osittainen purkaminen	+ Keskikokoiset aukot/osittainen purkaminen	+ Keskikokoiset aukot/osittainen purkaminen
Käyttäjän koulutus-tarve	+ Vähäinen	- Suuri	0 ¹⁾ Kohtalainen	0 Kohtalainen	- Suuri	- Suuri	0 Kohtalainen
Sähkön-, veden-, paineilman ym. tarve työpaikalla	0 Kohtalainen	- Suuri	- Suuri	- Suuri	- Suuri	- Suuri	+ Vähäinen
Purkutyön suorituskyky (rakenteen paksuus)	0 Kohtalainen	+ Suuri	+ Suuri	+ Suuri	0 Kohtalainen	+ Suuri	+ Suuri
Purkukapasiteetti	0 Kohtalainen	+ Suuri	- Vähäinen	- Vähäinen	0 Kohtalainen	- Vähäinen	- Vähäinen
Rikkomisaste	+ Suuri	0 Kohtalainen	0 Vähäinen - kohtalainen	0 Kohtalainen	- Vähäinen	- Vähäinen	- Vähäinen
Tarkkuus	0 Kohtalainen	- Vähäinen	+ Suuri	0 Kohtalainen	+ Suuri	- Vähäinen	0 Kohtalainen
Kuljetuslaitteiden tarve	+ Vähäinen (poislukien kompressorit)	- Suuri	0 Kohtalainen	0 Kohtalainen	- ₂₎ Suuri	- Suuri	0 Kohtalainen
Vaurioriski ympäröivässä rakenteessa	+ Vähäinen	- Suuri	+ Vähäinen	+ Vähäinen	0 ³⁾ Kohtalainen	- Suuri	0 Kohtalainen
Laitteistosta riippuva toimintakatkosten riski	+ Vähäinen	0 Kohtalainen	0 Kohtalainen	0 Kohtalainen	0 Kohtalainen	0 Kohtalainen	0 Kohtalainen
Tilantarve	+ Vähäinen	- Suuri	0 ⁴⁾ Kohtalainen	0 Kohtalainen	0 Kohtalainen	0 Kohtalainen	- ₅₎ Suuri
Jälkitöiden määrä (koskee näkyviin jääviä rakenteita)	0 Kohtalainen	- Suuri	+ Vähäinen	0 Kohtalainen	+ ³⁾ Vähäinen	- Suuri	0 Kohtalainen

1) Erikoisemmissä aukotuksissa on tarve "suuri".

2) Hydrauliselle seinäsahalle on tarve "kohtalainen".

3) Sahausylitykset nurkissa on tavallisesti paikattava jälkikäteen.

4) Vaatii joustavuutta laitteistolta.

5) Eri lähteiden antamat tiedot ovat ristiriitaisia.

1.5 Purkutyösuunnitelma

Purkutyösuunnitelma laaditaan työturvallisuutta käsittelevän SILKO-yleisohjeen /4/ kohdan 2.4 mukaan.

Sillankorjauskohteen purkutyösuunnitelma laaditaan aina jos

- raudoitusta joudutaan paljastamaan niin paljon, että taivutetun rakenteen tai pilarin taivutusmurto tai nurjahdus on mahdollinen
- jokin rakenneosat puretaan kokonaan
- korjataan esijännitettyä rakennetta
- betonia puretaan niin paljon, että jätteiden käsittely vaatii toimia.

Purkutyösuunnitelmassa esitetään tarvittavilta osin

- purettavat rakenneosat ja niiden purkujärjestys
- vaihtoehtoiset purkumenetelmät
- purkujätteiden käsittely ja kuljetus
- rakenteiden tukeminen ja vahventaminen
- työ- ja ympäristönsuojelu
- aikataulu.

Purkutyösuunnitelman toteutuminen on todettava työmaan päiväkirjassa. Työntekijöitä on opastettava jokaisen työpäivän alkaessa edessä olevien purkutöiden tekemiseen.

2 VOIMAYKSIKÖT

2.1 Voimayksikön valinta

Valinta eri voimanlähteiden – sähkön, pneumatiikan ja hydraulikan – välillä ei ole yksinkertainen. On kysymys kolmesta täysin erilaisesta systeemistä. Yleisiä valintaperusteita ovat tuottavuus, taloudellisuus, ergonomia ja automaatio. Hydrauliset yksiköt ovat sillankorjaustöissäkin syrjäyttämässä kompressorit ja sähköaggregaatit paremman hyötysuhteensa ja ergonomian vuoksi ja helpomman automatisoinnin ansiosta (ks. taulukko 4 ja kuva 7).

Taulukko 4. Toimilaitteiden hyötysuhde

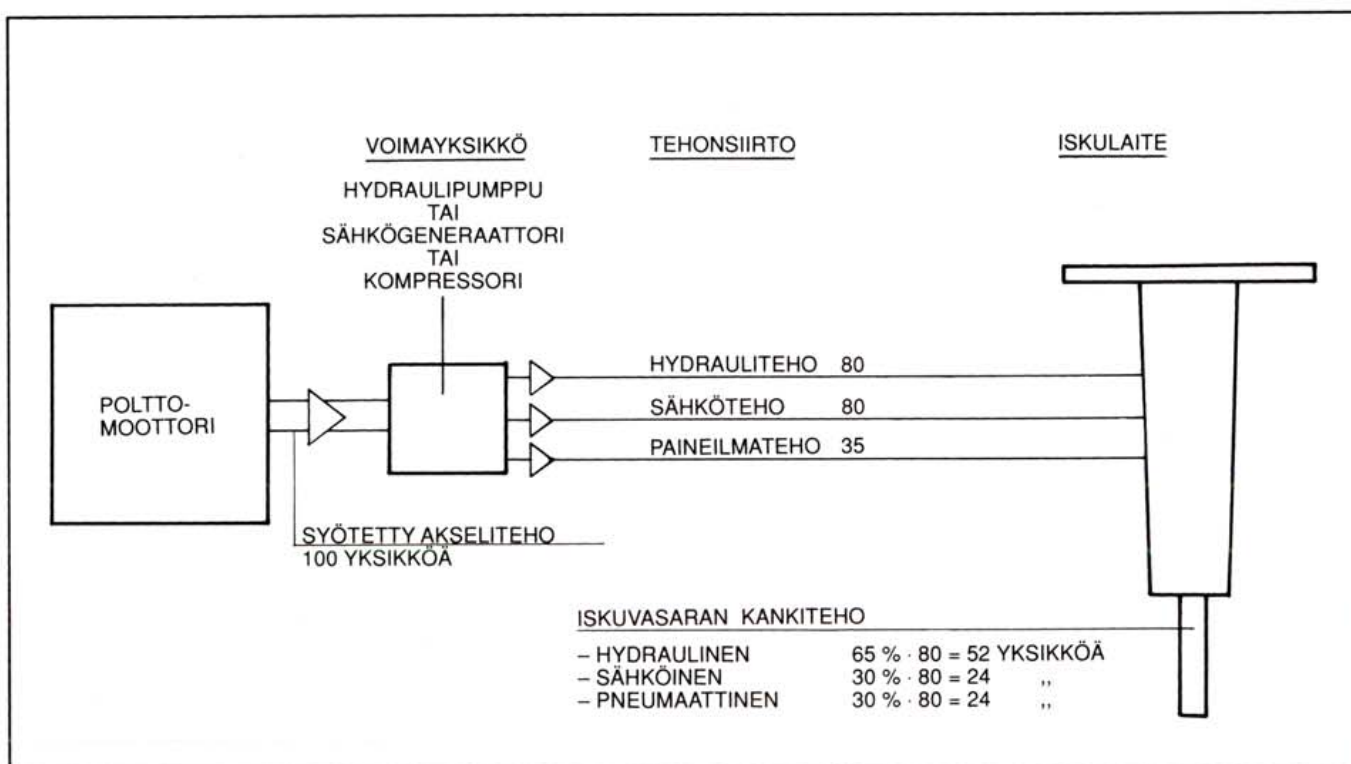
	Hydrauliikka	Pneumaattikka	Sähkö
Pyörivät moottorit	85 %	20 %	90 %
Sylinterit	85 %	80 %	–
Iskevät laitteet	65 %	35 %	n. 30 %

Lisäksi on otettava huomioon eri voimayksiköitten hyötysuhteet. Ilman kokoonpuristuvuuden takia

saadaan normaalisti kompressorin avulla vain noin 35 % polttomoottorin akselitehosta siirrettyä paineilmaan. Vastaava prosenttiluku hydraulipumpussa ja sähköaggregaatissa on yli 80 %. Lisäksi hydraulimoottorista saadaan selvästi suurempi momentti pyöriviin moottoreihin. Sen sijaan paineilmamootoreilla (turbiinimoottoreilla) saavutetaan selvästi suurempi pyöritysnopeus (yli 100 000 kierrosta minuutissa).

Tehonsiirron kannalta sähkö on hydraulikkaa ja paineilmaa parempi (kuva 7). Virtaushäviöiden kurissa pitämiseksi joudutaan paineilma- ja hydraulikkaletkujen 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.



Kuva 7. Tehohäviöt erilaisilla energiamuodoilla. Tehonsiirto voimayksiköltä toimilaitteelle on oletettu tapahtuvan ilman tehohäviöitä.

2.2 Hydrauliset voimayksiköt

Sillankorjaustyömailla pyritään käyttämään mahdollisimman paljon hydraulikkaan perustuvia työvälineitä. Voimayksikkö voi olla

- traktori tai muu työkone (kuva 8)
- hydrauliagregaatti
- kuorma-auto

Sillankorjaustöihin sopivien voimayksiköiden ominaistietoja ovat

- polttomoottoriteho 5–30 kW
- paine 10–40 MPa (100–400 bar)
- jäähdytysteho 2–5 kW
- tuotto 15–100 l/min
- kokonaispaino 50–1000 kg.

Hydraulista voimayksikköä valittaessa on varmistettava suodatustehon ja jäähdytyskapasiteetin riittävyys. Esimerkiksi perustraktoriin joudutaan yleensä asentamaan lisäjäähdytin ja paluujäähdytys-suodatin.



Kuva 8. Hydraulinen voimayksikkö.

2.3 Kompessorit

Kompessori on perinteinen voimayksikkö, jota tarvitaan aina paineilmaa tuottaessa. Paineilmamooottoreilla saavutetaan suuri pyöritysnopeus, mutta iskeissä koneissa pneumatiikan pieni painetaso suurentaa männän halkaisijaa ja ilman koonpuristuvuus pienentää iskulukua, mikä vaikuttaa ulostulotehoon.

Sillankorjaustöihin sopivien kompressorien (kuva 9) ominaistietoja ovat

- polttomoottoriteho 7–70 kW
- paine 0,6–1 MPa (6–10 bar): kaksivaiheisena 3 MPa
- tuotto 1–10 m³/min
- paino 100–2000 kg.



Kuva 9. Kompessori

2.4 Sähköaggregaatit

Sähköaggregaatteja käytetään joko yksin tai muun voimansiirron apuna. Jos sähköaggregaatti on korjaustyömaan päävoimayksikkö, riittävä teho on yleensä 5–8 kW. Tällöin voimayksikkö on dieselkäyttöinen (kuva 10). Pienten työvälineiden voimayksiköksi riittää 3–5 kW:n polttomoottorikäyttöinen sähköaggregaatti.



Kuva 10. Dieselkäyttöinen sähköaggregaatti.

3 PIIKKAUSMENETELMÄT

3.1 Piikkaus käsityövälineillä

Käsinpiikkauksessa käytettäviä työvälineitä (kuva 11) ovat

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

Moskassa on lyhyt varsi, joka on tehty kovasta puusta tai muovista. Moskan paino on 0,5–2,5 kg. Taltat ovat tasa- tai piikkipäisiä. Taltan koko ja tyyppi valitaan piikattavan materiaalin ja moskan koon mukaan.

Lekassa on pitkä varsi, joka on tehty kovasta puusta. 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.

Terähakussa on pitkä varsi, joka on tehty kovasta puusta. Hakun paino on 2–10 kg. Terä voi olla varren suuntainen tai kohtisuoraan sitä vastaan. Yleensä terähakun toinen pää on muodoltaan piik-

kitaltta ja toinen tasataltta, mutta muitakin tyyppjä on.

Sorkkarautaa voi käyttää ohuiden betonikerrosten irrottamisessa. Sorkkarauta valmistetaan teräksestä. Suositeltava tyyppi on kiilamainen ja varreen nähden vinoon taivutettu 1100 mm:n pituinen sorkkarauta.



Kuva 11. 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 kompressor, joka tuottaa tarvittavan työpaineen (0,6–0,7 MPa). Useimmissa vasaroissa on melua vähentävä suo-

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. Syväällä työskenneltäessä vasaran teho laskee vedenpaineen takia.

Seinä- ja kattopintoja piikataan joko erittäin kevyellä (enintään 5 kg) tai keskiraskaalla (5–15 kg) piikkausvasaralla (kuva 12). 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 ilmaventtiiliä. Toisella kädellä piikkausvasara ohjataan työkohteeseen. Näitä koneita käytetään käsinpiikkauksen sijasta lähestyttäessä paikalleen jäävää betonipintaa ja pienissä (5–10 dm³) kohteissa.



Kuva 12. Piikkausvasara

Raskaampaa maakiilavasaraa (15–45 kg) käytetään purettaessa kannen pintarakenteita ja piikattaessa reunapalkkeja, liikuntasaumalaitteen tukikaistoja ja korokkeita. Maakiilavasaroiden (kuva 13) ilmankulutus on 1,5–2,5 m³/min. Vasarassa on T:n muotoinen kahva, jotta sitä voi siirtää kaksin käsin ja ohjata tukevasti.

Raskaampia paineilmasvasaroita (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 kiinnitetyllä piikkausvasaralla voi piikata kaikkiin suuntiin. Jos piikkausvasaraa kannatellaan taljalla, sillä voi piikata vain pystysuorassa asennossa.

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

Varsinkin raskaammissa maakiilavasaroissa hydrauliset laitteet ovat paremman hyötysuhteensa vuoksi syrjäyttäneet paineilmalaitteet, vaikka paineilmalaitteen ilmaletkua onkin helpompi käsitellä kuin hydraulisen vasaran kahta hydrauliletkua.

3.2.2 Hydrauliset piikkausvasarat

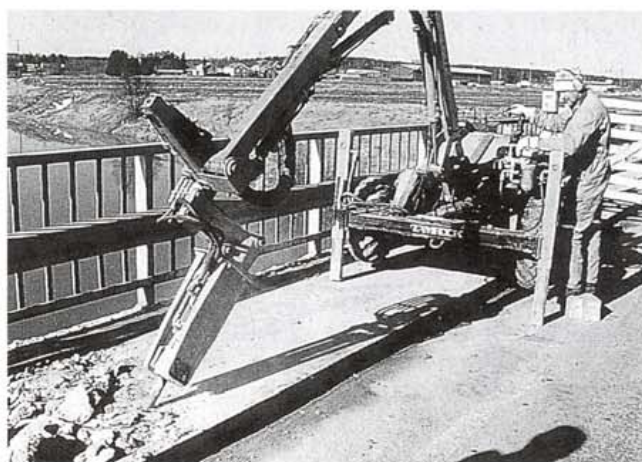
Hydraulisessa piikkausvasarassa iskuvoima saadaan hydraulijöistä, jota syötetään melko korkealla paineella (10–25 MPa). Koska hydraulijö on kokoonpuristumaton neste, painetta ei voi muuttaa liikkeeksi apuvälineitä. Jotta liike saataisiin aikaan, hydrauliset vasarat on varustettu ”typpiakulla”. Kokoonpuristuva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

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

Käsiikäyttöiset 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 14 ja 15).



Kuva 13. Maakiilavasara.



Kuva 14. Piikkausvasara puomin päässä.



Kuva 15. Piikkausvasara työkoneeseen kiinnitettynä.

Raskaampaa hydraulista piikkausvasaraa (80–2000 kg) on sen painon ja iskuenergian takia kannateltava. Hydraulinen nosturi tai kaivinkone sopii hyvin tähän tarkoitukseen, sillä niiden hydraulijärjestelmää voi käyttää vasaran öljynsyöttöön. Hyvin kiinnitettynä piikkausvasaraa voi käyttää sekä pysty- että vaaka-asennossa. Raskaiden piikkausvasaroiden nopeus on 200–1 200 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 hydraulisista piikkausvasaroista. Sähkökäyttöisiä piikkausvasaroita (kuva 16) voi käyttää sekä vaaka- että pystysuorissa pinnoissa. Veden alla niitä ei voi käyttää.

3.2.4 Polttomoottorikäyttöiset piikkausvasarat

Polttomoottorikäyttöisen piikkausvasaran (kuva 17) iskuenergia saadaan polttomoottorin pyörimisestä, joka muutetaan edestakaiseksi liikkeeksi epäkeskon avulla. Vasarat painavat 10–40 kg. Näistä vasaroista saadaan pienempi iskuenergia kuin vastaavista paineilma- tai hydraulisista vasaroista. Vasaraa voi käyttää pystysuorassa, jos siinä on kellumaton kaasutin. Polttomoottorikäyttöistä piikkausvasaraa käytettäessä haittana on se, että vasaran käyttäjä on alttiina pakokaasuille.



Kuva 16. Sähkökäyttöinen piikkausvasara.



Kuva 17. 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 talttoissa on joko pyöreä tai suorakulmainen kara. Vasaraan kiinnittämistä varten talttoissa on kaulus karan alapuolella. Suorakulmainen kara estää taltan pyörimisen vasarassa. Painavissa vasaroissa taltta on varmistettu tapilla, joka sopii puolipyöreään loveukseen taltan karassa. 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.

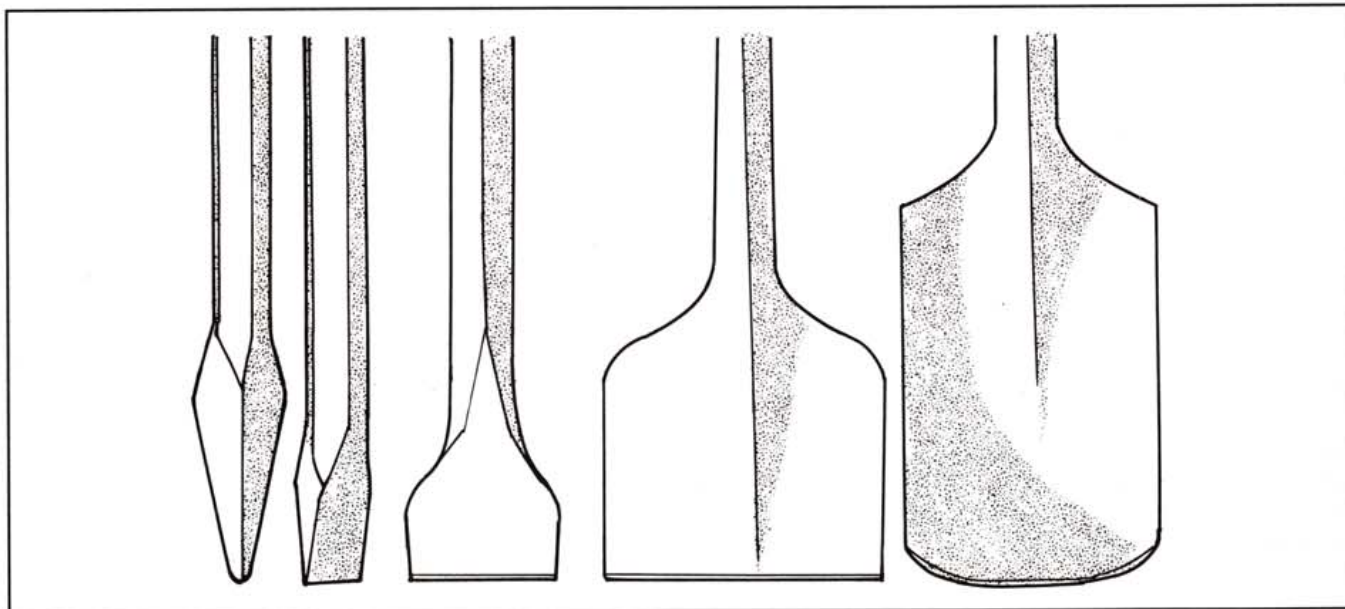
Talttatyyppejä ovat mm. (kuva 18)

- 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 piikkitalttoa, on saatavana myös useita eri pituuksia. Kourutalttoja on saatavana myös irtokouruilla varustettuina. Valinta piikki- ja kourutaltan välillä riippuu piikattavasta materiaalista. Kourutaltat on tarkoitettu lohkaistamiseen ja karhentamiseen. Karhennintalttoja käytetään kivi- ja betonipintojen karhentamiseen.

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



Kuva 18. Talttatyyppejä (piikkitaltta, kapea ja leveä tasataltta, asfaltinleikkaus- ja iso lapiotaltta).

3.3 Vesipiikkaus

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

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

Vesipiikkaus voidaan tehdä periaatteessa kahdella tavalla:

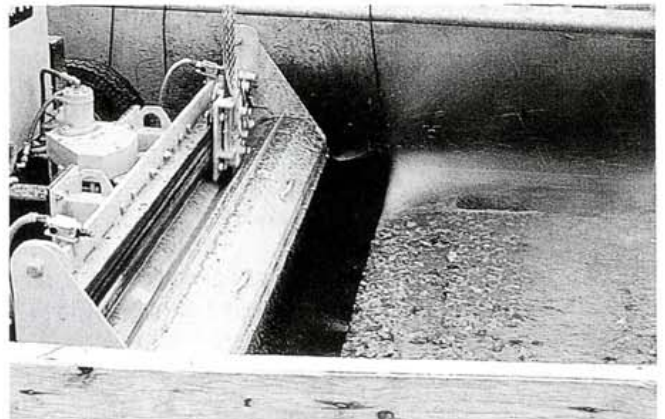
1) Työ tehdään ajoneuvoon kiinnitetyllä pyörivällä ja mahdollisesti ohjauskiskon varassa liikkuvalla suuttimella (kuva 19). Menetelmä sopii laajojen pintojen käsittelyyn, kun suihkutussuunta on alaspäin. Piikkauslaitteen voi kiinnittää teräskehikkoon, kiskoihin tai tukevaan puumiin. Näin voidaan piikata myös vinoja ja pystypintoja.

2) Työ tehdään käsin ohjattavalla taikka telineeseen tai puumiin kiinnitetyllä ruiskutuspistoolilla (kuvat 20 ja 21). Menetelmä sopii päällysrakenteiden alapuolisten pintojen käsittelyyn.

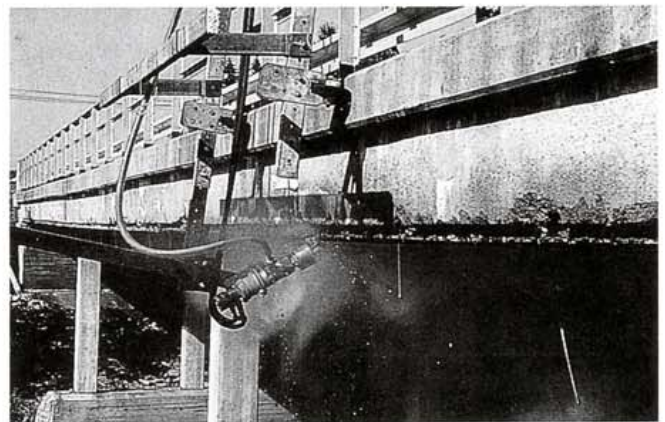
Vesipiikkauksen teho riippuu suuttimesta, paineesta ja vesimäärästä. Käsin ohjattavissa laitteissa käytetään paineita 70–260 MPa (700–2600 bar), jolloin vesimäärä vaihtelee välillä 70–15 l/min. Muulloin käytetään paineita 70–140 MPa (700–1400 bar) ja vesimäärä vaihtelee vastaavasti välillä 260–150 l/min. Piikatut pinnat on huuhdeltava.

Vesipiikkaus on muihin piikkausmenetelmiin verrattuna nopea (kuva 22). Ruotsissa tehdyn työntutkimuksen mukaan vesipiikkauksen työsaavutus oli 7–13 m²/h, kun poistettiin sillan kansilaatasta 30 mm:n kerros /5/. Näin ollen vesipiikkauksen korkeammat kustannukset kompensoituvat työajan säästön kautta. Suomessa reunapalkkia on purettu vesipiikkaamalla 1–3 m/h.

Käytännössä vesipiikkaus on ollut erittäin vaikeaa, jos betonissa on runsaasti säästökiiviä. Sen sijaan vedenalaisiin purkutöihin vesipiikkaus sopii erinomaisesti, sillä veden alla ei ole rekyyli-ongelmia. Erityisen hyvin vesipiikkaus sopii vedenalaisten muottien ja muiden puurakenteiden purkamiseen.



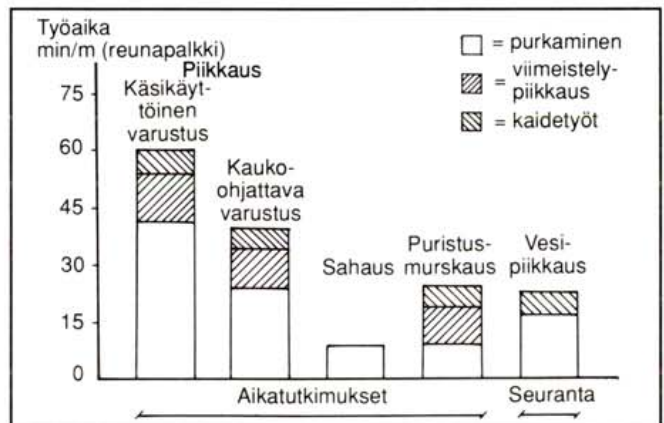
Kuva 19. Kansilaatan reunan yläpinnan vesipiikkausta.



Kuva 20. Reunapalkin vesipiikkausta.



Kuva 21. Päällysrakenteen alapinnan vesipiikkausta.



Kuva 22. Reunapalkin purkamiseen eri menetelmillä kuluva aika /5/.