

PIIRTEITÄ SAHAN JA SAHARAAMIN
ALKUKEHITYKSESTÄ.

KIRJOITTANUT

I. LASSILA.

FEATURES IN THE EARLY DEVELOPMENT OF
SAWS AND SAW FRAMES.

HELSINKI 1926.

Alkulause.

Nyt julkaistun teoksen tarkoituksena on kiinnittää huomiota sahauskoneiden ja puunjalostuskoneiden historiaan yleensä. Tämä puoli sahaustekniikkaa unohdetaan sangen usein. Edullisena poikkeuksena tässä suhteessa on mainittava STAFFORD RANSOME'n teos, *Modern Wood-Working Machinery*, joka on ilmestynyt Lontoossa 1924.

Yleensä voidaan kuitenkin sanoa, että sahatekniikan ja puun mekaanisen jalostuksen alalla on olemassa sangen vähän yksityiskohtiin syventyvää kirjallisuutta ja että tämä kirjallisuus on sitä harvinaisempaa, mitä lähemmäksi nykyaikaa tullaan. Koneiden käyttöhan opitaan käytännössä ja senvuoksi on useimmista nykyaikaisista koneita käsittelevistä teoksista jätetty pois yksityiskohtaiset selitykset ja piirustukset. Voidaan ehkä väittää, että esim. juuri sahaus- ja puunjalostuskoneiden alalla on tässä suhteessa menty liian pitkälle, sillä esim. sellaisten koneiden yksityiskohdista, jotka aikaa myöten jäävät pois käytännöstä, on asiain näin ollen myöhemmin sangen vaikea saada selvää.

Konetyyppien ja -muotojen suuri lukumäärä on kai osaltaan myös syynä siihen, ettei niistä tätä nykyä enään voida tehdä yhtä yksityiskohtaisesti selvää kuin ennen, jolloin esim. sahausalalla on löytynyt tässä suhteessa sangen yksityiskohtiin meneviä teoksia. Näistä löydetään tärkeimmät tämän teoksen loppuun liitetystä kirjallisuusluettelosta, mutta olkoon tässä yhteydessä erikoisesti mainittu, että esim. sen vertaisia selvyudessa kuin EXNER'in hyväkseen käyttämät WALLAN piirustukset sekä RICHARDS'in ja HOFFMANN'in piirustukset, aniharvoin tapaa. Näistä teoksista onkin kuvitus tähän julkaisuun otettu, ollen useimmat seuraavassa julkaistut piirustukset pienennetyt WALLAN tekemistä tai niiden perusteella laaditut, sillä itse koneisiin ei tekijällä luonnollisesti ole voinut olla tilaisuutta tutustua.

EXNER'in kirjallisuusluettelossa mainittu teos, jonka koneselitykset ovat verrattomat, on ollut tärkein lähdekirjani. Esitykseni poikkeaa siitä kuitenkin sellaisissa kohdin, missä alkuperäiset teokset ovat antaneet siihen aihetta. Sen antamat historialliset tiedot ovat myös olleet pääasiassa oikeat, joten olen niitä suurimmaksi osaksi sellaisenaan voinut käyttää. Myöskin tässä suhteessa esiintyy esityksessäni poikkeuksia, jotka ovat aiheutuneet alkuperäisten lähteiden käyttämisestä.

Suureksi hyödyksi tämän julkaisun syntymiselle on ollut oleskeluni Lontoossa kevättalvella 1919 ja kesällä 1925 Ranskaan, Tanskaan ja Ruotsiin valtion apurahalla tekemäni opintomatka.

Korkeakoskella kesäkuulla 1926.

Tekijä.

Sisällys.

I Kehitys 1800-luvun alkuun	S. 7
II Raamisahan ja sen osien kehitys 1800-luvulla	20
A. Raami ja sen liukulaitteet	21
B. Sahanterän kiinnittämiseksi raamiin käytetyt laitteet	34
C. Raamin liikkeellepanolaitteet	39
D. Sahattavan puun kiinnittämistä varten tarpeelliset laitteet	41
E. Syöttölaitteet	44
III Sahan ja saharaamin kehitykseen vaikuttavista seikoista sekä loppumietteitä	50
Luettelo käytetystä kirjallisuudesta	56
Features in the Early Development of Saws and Saw Frames	58

I. Kehitys 1800-luvun alkuun.

Sahalla ymmärretään hammaslaiteista, eri tavoilla jännitettyä metallilevyä, jota käytetään puun, metallin, kiven ja luun y.m. samantapaisten raaka-aineiden paloitteluun ja muotoiluun.

Sahan alkukehityksestä voidaan sanoa samaa kuin kaikista muistakin työkaluista. Esihistoriallisten aikojen työkaluja olivat puunuija tai-kanki, joku teräväsärmäinen kivi j.n.e. tai käytettiin jotain sopivaa eläimen luuta, kalanruotoa j.n.e. Näistä kehittyivät vähitellen ne työkalumuodot, jotka meillä nykyään on. Jos esim. silmäilemme kivikirveitä, niin on niiden muodoista paljon opittavaa. On esim. mielenkiintoista huomata, kuinka kivikirveiden muodot usein muistuttavat erinäisiä ameriikkalaisia kirvesmuotoja. Tämä antaa meille m.m. hieman käsitystä siitä, kuinka samat työliikkeet, sama päämäärä työn suorituksessa, sama asento työtä tehtäessä, j.n.e., kehittävät samoja työkalumuotoja. Ne raaka-aineet, joita esihistoriallisten aikojen alku-ihmisellä oli käytettävänä, olivat kaikkialla suurin piirtein samat. Puun oksat, latteat kivet j.n.e. esiintyivät luonnossa milloin enemmän milloin vähemmän samanmuotoisina kappaleina ja sen vuoksi jo se pieni alkumuokkaus, joka esim. kivenpalasesta teki kivikirveen, johti kaikkialla, missä samaa ja samoin halkeilevaa kivilajia oli käytettävissä, samantapaiseen työkaluun. Kun kirveeseen oli kiinnitettävä varsi, sai se myös aivan luonnollisista syistä määrätyn normaalipituutensa j.n.e. Ja lopuksi tuli ruumiinvoimien suuruudesta, puulajista, kuljetusvaikeuksista j.n.e. riippumaan valmistetun työkalun koko.

Ei siis esim. ole helppo määrittellä, missä joka työkalulaji, saha, kirves j.n.e., on alkuaan keksitty, mutta sitä vastoin voidaan hyvin helposti sen erikoislajien perusteella, usein mitä tarkimmin määrittellä, millaisiin tarkoituksiin sitä on käytetty ja millä paikkakunnilla.

Nykyisten työkalujen kehitys tällaisista alkumuodoista on tapahtunut vähitellen. Suurimpia muutoksia on tavallisesti saanut aikaan se, että on opittu valmistamaan jotakin entistä tarkoituksenmukaisempaa raaka-ainetta. Selvä on, että, kun kivisistä, luisista j.n.e. työkaluista siir-

ryttiin, esim. osaksi tai kokonaan pronssista valmistettuihin, niin muutuivat muodot ja koko jossain määrin. Aineesta, jolla oli painoonsa nähden suuremmat lujuusominaisuudet kuin ennen käytetyillä raaka-aineilla, voitiin valmistaa sirompia ja käytännöllisempiä työkaluja. Sitäpaitsi tiesi uusi raaka-aine uusia työkaluja, joita ei entisistä voitu valmistaa. Jo pronssiaikana osattiin valmistaa sangen suuri osa nykyisistä työkaluista, mutta vasta raudan ja teräksen keksiminen merkitsi sitä, että osattiin valmistaa terätyökaluja, joiden laatua voitiin verrata nykyiseen.

Useimmiten on työkalun synty ollut siksi luonnollinen, ettei ole edes säilynyt mitään kertomuksia siitä, kuka on kunkin työkalulajin keksinyt ja joka tapauksessa ovat useimpien nykyaikaisten työkalujen alkumuodot siksi vanhoja, että niiden keksijät ovat taruhenkilöitä. Mytologiasta on senvuoksi etsittävä kertomukset työkalujen synnystä ja silloin ei luonnollisesti yksilöllä ole mitään merkitystä, mutta sitävastoin voivat mytologiset tiedot antaa sangen mielenkiintoisen kuvan siitä, mistä luonnonesineestä kukin työkalu on kehittynyt.

Toinen ja ehkä todennäköisempi tie alkumuotojen selville saamiseksi tällä alalla on kehittymättömien kansojen työkaluston tutkiminen. Tällainen tutkimus antaa sangen varmoja tuloksia ja selvittää sitäpaitsi monta sellaista kohtaa, jotka mytologisia kertomuksia tutkittaessa jäisivät hämäräksi.

Työkalututkimuksissa ovat usein myös apuna vanhat kuvanveistokset, maalaukset j.n.e. Moni muinaisten egyptiläisten, kreikkalaisten, roomalaisten j.n.e. käyttämä työkalu on selitetty täten saatujen kuvausten perusteella.

* * *

Sahan kehitys ei luonnollisestikaan mitenkään poikkea siitä yleisestä suunnasta, mikä yllä on muihin työkaluihin nähden esitetty. On kuitenkin mainittava, että saha yleensä on työkalu, joka jo oikeastaan, edellyttää teräaseen, kirveen tai veitsen, tuntemisen. Jos ajattellaan tarkemmin sahanhampaita, niin ei niitä itse asiassa voida sanoa muiksi kuin pieniksi veitsiksi, joilla puusyyt katkotaan tai halkaistaan. Onkin senvuoksi otaksuttu (BECKMANN), että tylsä tai jollain tavalla lohjennut kivi kirves- tai -taltta on ollut ensimmäinen saha. Sen käyttäjä on huomannut, että hän täten vikaantuneella vehkeellä voi saavuttaa toivomansa tuloksen. On myös (BARLOW) otaksuttu, että saha olisi syntynyt vanhojen tulensyöttämistapojen yhteydessä; s.o. kahta puupalasta hangatessa toisiaan vas-

taan on voitu tulla huomaamaan se vaikutus, mikä voidaan saavuttaa hankamaalla kahta hammastettua pintaa toista pintaa vastaan.

Ne arvelut, jotka edellä on lausuttu, voivat olla oikeita. Sattumahan on, kuten monet historiallisesti täysin varmat tiedot osottavat, aiheuttanut monta tärkeätä keksintöä. Samalla tavalla kuin särkynyt lasipullo aiheutti lampunlasin keksimisen tai ARKIMEDEEN kylpy hänen lakiensa keksimisen, on luonnollisesti sahakin joillakin seuduilla voinut syntyä myös sentapaisten sattumien kautta kuin yllä on mainittu, mutta, että monenlaisia muitakin mahdollisuuksia on olemassa, siitä ovat m.m. parhaana todistuksena ne kertomukset, joita muinaistarustoissa sahan keksimisestä löytyy.

Vanhin kertomus sahan keksimisestä löydetään 500-tienoilla j. Kr. eläneen sisilialaisen filosofin APPOLLODORON teoksesta, *Bibliothekē*. Senmukaan kuin BECKMANN, KRÜNITZ ja BARLOW kertovat, olisi sahan keksinyt kreikkalainen mytologian taruhenkilö TALUS, ja liittyy sen keksimiseen useita sangen huvittavia yksityiskohtia. TALUKSEN kerrotaan nim. olleen taruissa usein mainitun kreikkalaisen »rakennusmestarin» ja kuvanveistäjän DAIDALON sisarenpoika, joka työskenteli yhdessä setänsä kanssa. Hän oli sattumalta käyttänyt käärmeen leukaluuta puunkappaleita katkoakseen, ja saanut tästä aatteen sahan valmistamiseen, jonka hän sittemmin valmistikin raudasta. Ensimmäistä sahaa valmistettaessa oli siis jo rautaakin olemassa.

Emme malta olla mainitsematta jatkoa kertomukseen, koska sekin tavallaan kuuluu sahan historiaan, nim. että TALUS tällä keksinnöllään herätti oppimestarinsa kateuden, vieläpä siinä määrin, että tämä katsoi parhaaksi surmata hänet. Ruumiin kätköhommissa hän kuitenkin tuli yllätetyksi ja kysyttäessä, missä hommissa hän oli, vastasi hän kuoppaavansa suuren käärmeen ruumista. Käärmeestä tuli näin ollen, paitsi sitä, että se muka oli ollut alkusyy sahan keksimiseen, myös alkusyy sahan keksijän murhan ilmituloon. Rikos aiheutti DAIDALON paon Kreetaan, jossa hän rakensi kuuluisan labyrintin. Mutta täälläkin oli onni hänelle vastainen, sillä hänestä tuli ensimmäinen, joka sinne teljettiin.

Kuten näkyy, on sahaa pidetty siksi tärkeänä esineenä, että kansan mielikuvitus on sen yhteyteen punonut näinkin huvittavan tarun. Kuten kaikki kansantarut esiintyy tämäkin monissa toisoinnoissa ja sen ovat esittäneet esim. HYGINUS, LACTANTIUS, PLACIDUS ja kenties muutkin vanhan ajan historioitsijat. Niinpä esim. keksijän nimi vaihtelee, ollen milloin PERDIX, milloin ZERZES, milloin ATTALUS y.m. Hänen suku-

laisuusuhteensa DAIDALOON kuvataan myös sangen erilaisiksi, mutta joka tapauksessa on tarinan perussävy sama.

OVIDIUS'en *Metamorphoseon*, Liber VIII, CCXLIV kertoo:

ille etiam medio spinas in pisce notatos
traxit in exemplum, ferroque incidit acuto
perpetuos dentes et serrae repperit usum

eli vapaasti käännettynä, tämä se myöskin huomasi käyttää hyväkseen kalalla näkemänsä hampaista selkärankaa, teki samanlaisia hampaita kovaan teräkseen ja keksi täten hyödyllisen sahan. VIII:ssa kirjassa kuvataan m. m. DAIDALOON ja ICAROON kuuluisaa lentoretkeä ja nämät sanat sahan keksimisestä mainitaan heti sen jälkeen DAIDALOON ylistyksenä.

PLINIUS ja SENECA esittävät BECKMANN'in mukaan samantapaisia tietoja sahan keksimisestä mainiten kuitenkin itsensä DAIDALOON sen keksijäksi, mutta selittää BECKMANN, että PLINIUS on erehtynyt nimessä ja, että SENECA on ilman muuta jäljentänyt hänen tietonsa.

Ylläolevasta selviää ensitilassa se, että sahaa ennen muinoin ehdottomasti on pidetty tärkeänä keksintönä, sillä muutenhan se ei tässä määrin olisi askarruttanut muinaisten kansojen, tutkijoiden ja runoilijoiden mielikuvitusta. Ja käänteentekevä keksintö se aikoinaan on ollutkin, sillä se teki mahdolliseksi monen aineen sellaisen leikkaamisen, joka ennen oli vaatinut paljon työtä. Sitäpaitsi saatiin sillä aikaan sangen tasaisia pintoja, joiden muovaileminen ilman sahaa vaati paljon enemmän työtä. Ajateltakoon vain esim. marmorina, jota tarunomaiset DAIDALOS ja TALUS muovailivat. Toinen todennäköisyys tässä tarussa myöskin on, nim. se, että ensimmäisenä sahana on ollut käärmeen, kalan ja miks'ei myös jonkun muun eläimen hampainen luu.

Tämä onkin ehkä mielenkiintoisin johtopäätös edelläesitetystä muinaistarusta, sillä monet tosiasiat puhuvat tämän johtopäätöksen todennäköisyyden puolesta. Niinpä on CADOMOSTO (1432—1511), joka on julkaissut kuuluisan matkakertomuksensa, ORBUS NOVIS, matkoiltaan Afrikan länsirannoilla Gambiajoelle saakka, joilla hän m. m. löysi Kap Verden saaret, kertonut, että alkuasukkaat näillä saarilla käyttivät terävähampaista haikalan leukaluuta sahana.

KLEMM julkaisee aseita ja työkaluja käsittelevässä teoksessaan kuvia sahoista, joita MARQUESAS- y. m. saarien asukkaat hänen aikanaan (1840-luvulla) käyttivät, ja ne ovat nähtävästi valmistetut joko kovasta puusta,

johon on upotettu haikalan hampaita, tai siten, että useampia haikalan leukaluun palasia on yhdistetty toisiinsa.

EXNER ja MÄKELÄ mainitsevat, että jo muinaiset egyptiläiset käyttivät oikeaa teräksistä sahaa. Egyptiläisten sahankäyttö oli sangen pitkälle kehittynyt ja heidän kuvanveistoksistaan selviää, minkälaisia sahoja he ovat käyttäneet. Niinpä mainitsee EXNER eräästä WILKINSON'in teoksessa, »*The Ancient Egyptians*», esiintyvistä puun sahausta esittävästä kuvasta seuraavaa: »Nach dieser Abbildung stimmt jene Säge, die von einem egyptischen Arbeiter zum Zerschneiden eines vertikal stehenden Brettes benutzt zu werden scheint, mit unserem Fuchsschwanz ohne Rücken überein. Nur hat dieselbe grössere Abmessungen, als die jetzt üblichen; der Rücken ist fast ebenso lang wie der Arbeiter von der Fussohle bis zur Achsel und die Bezeichnung ist auf den Zug gefeilt, wie dies heute noch bei den asiatischen Völkern üblich ist.»

Jo edelläolevasta on selvinnyt, että muinaiset kreikkalaiset jo harmaassa muinaisuudessa ovat tunteneet sahan. Heidän suuret mekaaniset taipumuksensa, heidän keskuudessaanhan elivät melkein kaikki vanhan-ajan tunnetuimmat keksijät, antavat täyden aiheen otaksua, että he myös osasivat sanottua alkuperäistä konetta kehittää. Käsillä käytettäviä kaarisahoja näkee kuvatus useissa muinaiskreikkalaisissa maalauksissa (*Le pitture antiche d'Ercolano*) ja erään MONTFAUCON'in teoksen mukaan, joka käsittelee vanhaa aikaa kuvien perusteella, voi nähdä heidän tunteneen sahan, joka suureksi osaksi oli nykyisen halkosahan mallinen.

Roomalaisten käyttämistä työkaluista ovat Herculanium'in ja Pompei'in kaivaukset antaneet mielenkiintoisia tietoja osaksi löydettyjen työkalujen, osaksi seinämaalauksen, veistokuvien y. m. perusteella. Näistä mainittakoon EXNER'in mukaan eräs, joka on senvuoksi mielenkiintoinen, että se osottaa puun halkisahausta. Puu on pihdintapaisella laitteella kiinnitetty hyvin alkuperäiseen höyläpenkkiin ja sahauksen toimittaa kaksi haltiatarta. Toinen istuu maassa ja toinen seisoo, siis vähän samaan tapaan kuin vielä nytkin lautoja käsin sahatessa. Sahan käyttäminen aiheena taiteilijan runolliseen esitykseen on monessa suhteessa mielenkiintoinen. Tekisipä mieli sanoa, että se osotti suurta arvonantoa ruumiilliselle työlle, joka on sitäkin merkillisempi, kun ruumiillisen työn näihin aikoihin suorittivat orjat.

Roomalaisten mahdollisia keksintöjä sahan ja sahauskoneiden alalla on vaikea erottaa kreikkalaisten keksinnöistä. Tällä niinkuin muillakin mekaanisen teknologian aloilla ovat edelliset saaneet tärkeimmät perustat aatteensa jälkimmäisiltä.

Mutta sahan historiasta puhuessa ei suinkaan saa unhottaa ikivanhoja sivistysmaita, Kiinaa ja Japania. EXNER'in mukaan on näissäkin saha tunnettu vuosituhansia sitten ja, että näin tosiaankin on asiantuntevia, siitä ovat todistuksena m.m. ne kehittyneet muodot, jotka japanilainen puukkosaha jo aikaisin on saavuttanut. Niinpä ovat japanilaiset jo esihistoriallisina aikoina huomanneet, että sahalla on oleva erilainen hammastus sen mukaan, sahataanko sillä puusyiden pituus- tai poikkisuuntaan. Sitäpaitsi olivat hampaiden mitat heillä sangen lähellä nykyisiä tarkoituksenmukaisiksi havaittuja mittoja.

Kuten ylläolevasta selviää, on saha jo sangen varhain saavuttanut pääasiallisesti ne muodot, jotka sillä nykyään on. Ennen aikaan oli työvoima kuitenkin sangen halpahintaista, niin että pitkät ajat tyydyttiin suorittamaan sahausta käsin.

* * *

Koneiden käyttö puunjalostuksessa on sangen varhaiselta ajalta, vaikk'ei niitä käytettykään sahauksessa. Sorvituolin ovat jo muinaisajan tärkeimmät sivistyskansat tunteneet, mutta koneiden käyttö sahaukseen on melkoista myöhemmältä ajalta. AUSAONIUS (310—395 j. Kr.), joka m.m. on kirjoittanut matkakuvauksen matkastaan Moselia ja Reiniä pitkin Bingen'istä Trieriin, mainitsee tavanneensa tällä matkalla erään pienen Roer- tai Ruer-nimisen joen varrella myllyn, jolla leikattiin kiviä. Tämän leikkaamisen otaksuu EXNER, niinkuin sangen todennäköistä onkin, tapahtuneen sahaamalla, otaksuen samalla, että sanottuja myllyjä myös on käytetty puun sahaukseen, joten ensimmäinen »sahalaitos» olisi jo näiltä ajoilta. Mitä AUSAONIUS'en kertomuksiin tulee, niin voivat ne aivan yhtä hyvin kuvata laitosta, jossa kivet hiottiin kivitahkolla, joten EXNER ehkä menee liika pitkälle otaksumassaan, että samaa laitosta olisi myös käytetty puun sahaukseen, mutta toiselta puolelta voi olla mahdollista, ja sehän on tässä yhteydessä pääasia, että koneellinen puun sahaus on saanut alkunsa kiven sahauksesta.

Sahan käyttö puunjalostukseen ei kehittymättömissä oloissa ole välttämättömästi vaatinut konevoimaa. Käsisahalla, kirveellä ja höylällä voidaan valmistaa kaikki tavallisessa rakennuksessa tarvittava puutavara eikä tarvitse muuta kuin seurata olojen kehitystä syrjäisemmällä seuduilla omassa maassamme, huomatakseen, että tarvitaan koko lailla suuri rakennustoiminta samalla paikkakunnalla ennenkuin koneellista sahaa kannattaa ruveta perustamaan.

Koneellisen sahan käyttö lienee saanut alkunsa laivanrakennuksen yhteydessä. Että asiantuntevia tosiaankin näyttää olevan tämä, siihen viittaavat monet todennäköiset syyt. Ensimmäinen olivat laivaveistämöt paikoja, joissa joka vuosi yhtämittaisesti tarvittiin sahatavaraa suurissa määrin ja toiseksi oli niissä käyttövoimaa, ainakin tuulta, helposti saatavissa. Niinpä näyttääkin siltä kuin ensimmäinen sahalaitos olisi ollut tuulivoimalla käypä ja tällaisen mainitaan olleenkin käynnissä Hollannissa jo v. 1000-tienoilla. Myöskin Venetsian merivallan mainitaan jo aikaisin valmistaneen sahatavaraa vesisahoilla, jotka sijaitsivat Piave-joen laaksossa (KRÜNITZIN muk.). Millaisia nämä sahalaitokset ovat olleet, siitä ei ole olemassa sen lähempiä tietoja. Aivan yhtä hämärä ovat tiedot Augsburgin kaupungissa v. 1337 sijainneesta vesisahasta, joka yleensä mainitaan ensimmäisenä varmasti tunnettuna sahalaitoksena. EXNER ja BECKMANN ovat nim. ottaneet tarkemmin tutkiaksensa tätä asiaa ja jälkimmäinen huomaa, että Augsburgin porvariluettelossa vuodelta 1338 tosiaankin oli mainittu erään porvarin arvonimenä sahamylläri (Saegemüller), jonka lisäksi EXNER löysi porvariston arkistosta vanhoja laskuja, joiden mukaan Hanrey'n käyttäjälle oli suoritettu vissi rahasumma pro asseribus & swartlingis. Saks. sana Schwärtling merkitsee toiselta puolelta sahaamatonta pintalautaa, joten, kun vielä 1840-luvulla Hanrey-nimisessä purossa kaupungin läheisyydessä oli vesisaha, näyttää ainakin todennäköiseltä, että sellainen on ollut olemassa siellä jo ennenkin. Myöhemmin onkin Pyhän Hengen Hospitalin historia osottanut tämän otaksuman sikäli oikeaksi, että tällainen saha on ollut olemassa ennen vuotta 1417, jolloin sanotun Hanrey-Mühle'n kerrotaan joutuneen erään ANNA BIRINGER'in omaisuudeksi (PERITSCHIN muk.).

Olemme viipyneet siksi kauan tässä asiassa senvuoksi, että täten on tullut jokseenkin selvään todetuksi oikeaksi Augsburgin kaupungin taide- ja käsityöhistoriassa ollut tieto, että siellä olisi löytynyt vesivoimalla käypä sahalaitos jo noin v. 1337.

1400-luvun jälkimmäisellä puoliskolla voidaan todeta vesisahoja useimmissakin paikoissa. Niinpä kertoo PERITSOL, että INFANTTI HENRIK, joka 1420 löysi Madeiran, alkaessaan sitä asuttaa rakensi saarelle vesisahoja voidakseen niillä sahauttaa saaren arvokkaita puulajeja. Samoihin aikoihin kertoo Bresslaun kaupungin historia mainitussa kaupungissa olleen vesisahoja ja jonkun verran myöhemmin kerrotaan niitä olleen Erfurt'in kaupungin läheisyydessä.

1500-luvulla alkavat vesisahat olla Saksassa sangen yleisiä. Hollannissa taas käytti sahoja tuuli. Tätä vuosisataa voidaankin pitää ensimmäisenä

mäisenä sahamyllyn leviämisaikana. Sahoja mainitaan jo silloin olleen kaikissa Europan vähänkin kehittyneimmissä maissa, esim. Tanskassa (CRAGIUS), Ruotsissa (MATHENIUS). JUHANA III, joka m.m. on tullut kuuluisaksi kirkkojen ja linnojen rakentajana, on todennäköisesti ollut se, joka on rakentanut ensimmäisen sahalaitoksen Ruotsiin; ja lienee tämä siis tapahtunut 1500-luvun loppupuolella. Se mainitaan rakennetuksi Norlantiin, mutta paikasta ei ole olemassa sen tarkempia tietoja. Tämä voi ehkä riippua siitäkin, että sahoja rakennettiin useita.

Milloin ja mihin Suomessa on ensimmäinen vesisaha rakennettu, on seikka, joka myös on jäänyt hämärän peittoon. Mutta tuskinpa pahoin erehdymme, sanoessamme sen tapahtuneen viimeistään 1600-luvun alkupuolella, sillä todennäköisyys, että Juhana-herttuan sahamalli myös pian löysi tiensä tänne, on tietenkin sangen suuri. Ja voidaan tämä arvelu esittää sitäkin suuremmalla syyllä, senvuoksi, että käsinsahattu puutavara jo tätä ennen oli ollut huomattu vientitavara. Aluksi vesisahoja käytettiin kuitenkin ainoastaan käsisahojen rinnalla. Käsisahaus oli nim. saavuttanut sangen suuren laajuuden. Tämän johtopäätöksen voi tehdä sen perusteella, että se on meillä säilynyt aivan viime aikoihin asti ja että sitä on myös vielä viime aikoihin asti harjoitettu vientiä varten. M.m. kehittyi meidän maassamme erityinen ammattikunta, n.k. halkisahurit, ja eräiden puutavariikkeiden, voipa sanoa melkein suurin tuotanto, perustui näiden toimintaan. Tällainen halkisahaus on voinut olla hyvinkin kannattava senvuoksi, että itse laitteet olivat sangen helppohintaiset ja senvuoksi, että niitä mukavasti voitiin kuljettaa paikasta toiseen.

Vesisahat perustettiin meidän maassamme alkuaan ensi sijassa kotitarvetta varten. Tällainen vesisaha oli m.m. Sarvilahden kartanolla Pernajan pitäjässä lähellä Loviisan kaupunkia jo noin v. 1660. MÄKELÄN selitys siitä on seuraava. »Siinä oli kehän kiertokanki kytketty välittömästi vesipyörän akselin kampeen. Napalaattoja oli koko laitoksessa ainoastaan kaksi ja olivat ne vesipyörän kummankin takorautaisen navan alla. Ne olivat tehdyt kivistä. Sekä liikkuva kehys että ohjaava kiinteä kehä jalustoineen, kiertokanki y.m. sahan pääosat olivat tehdyt puusta. Syöttölaitteen pyörä oli kehän sivulla ja oli se varustettu kapealla hammastetulla raudalla, jonka avulla sen pani asteettaiseen liikeeseen liikkuvaan kehään kytketty vipu. Syöttöpyörän akseli oli sijoitettu siten, että se lattiapinnan tasalla kävi läpi kehän. Tässä akselissa oli väkiä eli hampaita, jotka sopivat n.s. kelkan eli vaunun alasyrjiin tehtyihin syvennyksiin ja veivät sitä eteenpäin.

Tämä kelkka oli umpinainen kehä, jota kannattivat pienet pyörät. Kehään oli kiinnitetty tukki kiilojen ja rautaha'an avulla, sillä painovalsjeja ei siihen aikaan vielä oltu keksitty. Tukki estettiin liikkumasta rautaha'an ja poikkipuiden avulla, jotka kiiloja käyttämällä voitiin asettaa sopivalle korkeudelle ja lujasti kiinnittää.»

Tämä entinen Sarvilahden saha, joka nykyään on Seurasaaressa ulkomuseossa Helsingissä, antaa jokseenkin selvän käsityksen siitä, minkälaisia sahoja tähän aikaan käytettiin, sillä sahat eivät muuallakaan olleet teknillisesti paljon Sarvilahden sahaa kehittyneempiä, joskin niissä metalliosien käyttö oli yleisempi.

Ylläolevassa on näinkin laajasti selvitetty Sarvilahden saha senvuoksi, että siitä saa täysin selvän käsityksen siitä, minkälaisia ensimmäiset vesisahat ovat olleet. Ne ovat siis olleet kehys-(raami-) sahoja, joiden raamissa (tätä nimitystä käytetty senvuoksi, että se on kielemme vakiintunut) on ollut yksi ainoa terä.

Useampien terien kiinnittäminen raamiin lienee hollantilaisten keksintöä (PRODICIUS). Tällaista useammalla terällä käypää sahaa on ensiksi käyttänyt CORNELIUS CORNELISZ VAN UITGEEST, joka jo 1592 ymmärsi varustaa tuulen voimalla käyvän sahan tällaisella laitteella. Toiselta puolen on mahdollista, että tällainen saha on ollut olemassa 1575 Regensburgissa Tonavan varrella, jossa se kävi vesivoimalla (PIGHIUS).

Edellä selitetyissä sahalaitoksissa oli iskunopeus sangen pieni. Täytyi miettiä keinoja, miten iskunopeutta voitaisiin lisätä, ja tämä tapahtui siten, että voima-akselin kierroslukua lisättiin siirtämällä liike hihnapyörän avulla toiseen akseliin. Meillä esimerkiksi tehtiin voima-akselin toiseen päähän uurteella varustettu hihnapyörä ja siitä siirrettiin voima jonkun matkaa alemmaksi sijoitetun kampiakselin päähän kiinnitettyyn pienempään, niinikään uurrettuun pyörään. Hihnana käytettiin hampuköyttä, tehtiinpä tällaisia hihnoja koivuvitsoistakin. (MÄKELÄ, y. m.).

Sen kautta, että raamin iskulukua tahdottiin lisätä, kävi välttämättömäksi tehdä itse kehys ja sitä liikuttavat osat lujemmiksi, joten puu, jota tähän asti oli mahdollisimman suurena määränä käytetty, sai syrjäytyä monissa paikoin raudan tieltä. Erittäinkin tarvittiin lujia osia tuulella käyvissä sahoissa, sillä tuulivoima on epätasainen. Tästä syystä mahdollisesti myöskin juuri hollantilaiset joutuivat aikaisiin kehittämään sahauskoneita. Voidaankin sanoa, että suuri osa siitä kehityksestä, joka sahamyllyä ja kehäsahaa on vienyt eteenpäin 1600-luvulla, on tapahtunut Hollannissa. Tämä kuuluisa merivalentio tarvitsi puita aluksiinsa, mutta sitä-

paitsi se harjoitti huomattavaa sahatun puutavaran vientiä, sillä Rein oli hyvä uittoväylä ja sen rannoilta saatiin paljon järeitä puita. Hollannista levisi sahaustaito Ranskaan ja kokeiltiin sielläkin aluksi (DOSSIE) tuulisahoilla, jotka kuitenkin hyvin pian saivat väistyä vesisahojen tieltä. Mutta itse varsinaisen sahauskoneen konstruktion on kuitenkin sangen suuressa määrin jäänyt hollantilaista vaikutusta. Samoin on asianlaita todennäköisesti myös Englannissa, sillä ANDERSON mainitsee, että erään hollantilaisen toimesta rakennettiin ensimmäinen tuulella käypä saha Lontoon läheisyyteen v. 1633. Tämän tarina kävi kuitenkin sangen lyhyeksi. HOUGHTON'in mukaan lienee myös Edinburgh'in läheisyydessä ollut tällainen saha. Kaikkein varmin tieto on kuitenkin vuodelta 1687, lähemmin sanoen tämän vuoden elokuun 23 päivältä, jolloin lordi ABERMALE sai patentin »*For Erecting Saw Mills to move by Wind and Water.*» Nämät muutamat seikat antavat aihetta otaksumaan, että Englannin sahateollisuus, joka myöhemmin antoi aihetta niin monipuoliseen sahauskoneiden kehitykseen, on saanut aloitteita Hollannista käsin.

Saksassa olivat vesisahat, niinkuin edellisestä on selvinnyt, 1600-luvulla sangen yleisiä. Että sieltä on saatavissa niin vähän tietoja niiden kehityksestä näihin aikoihin, riippunee pääasiallisesti 30-vuotisesta sodasta ja senjälkeisistä levottomista ajoista. RÜHLMANN julkaisee erään kuvan v:lta 1612, joka selvästi osoittaa, että sahauskoneet jo tähän aikaan olivat Saksassa sangen pitkälle kehittyneet ja antaa aihetta otaksumaan, ettei Saksa 1600-luvulla ainakaan huomattavammassa määrässä ole jäänyt Hollannista ja Englannista takapajulle.

1700-luvun historia aloitetaan ehkä sopivimmin Englannista sen vuoksi, että tämä maa niihin aikoihin näytteli mitä tärkeintä osaa puun mekaanisen teknologian kehityksessä. Ensimmäisillä tämän sataluvun alussa rakennetuilla sahamyllyillä oli sangen onneton kohtalo, sillä — työväki hävitti ne peläten, että ne aiheuttaisivat työttömyyttä. Näin surullisen kohtalon alaiseksi joutui useita sahoja, m.m. on nimeltä mainittu (BAILEY) JAMES STANDSFIELD'in sahamylly. Vastuksista huolimatta näyttää sahaustaito kuitenkin kehittyneen sangen pitkälle, kuten DOSSIE'n ja BAILEY'n teokset todistavat, mutta ikävä kyllä eivät englantilaiset samalla yksityiskohtaisella tarkkuudella selvitä laitoksiaan kuin saksalaiset, joten ei ole mahdollista saada selville, mitä kaikkea uutta täällä on keksitty. Sen verran saadaan tietää (BAILEY), että vuosina 1750—1825 saatujen patenttien lukumäärä sahausalalla ylitti 300. Luonnollisesti voitaisiin patenttiselostuksista saada tietää sangen paljon mielenkiintoista, mutta toistaiseksi on tämä, muuten sangen tärkeä ala,

jäänyt tutkimatta. Eräässä toisessa yhteydessä tullaan edempänä antamaan esimerkkejä tämäntapaisten tutkimusten tärkeydestä.

1700-luvun loppu Englannissa vasta merkitsee niitä muutoksia raamisahan ja koneellisten sahojen rakenteessa, joista edellä olemme lyhyesti maininneet.

Näihin aikoihin olivat englantilaiset vallitsevina muillakin kone-teollisuuden aloilla. Alkuaan olivat hollantilaiset, kuten jo edellä on mainittu, tuonneet Englantiin ensimmäiset raamisahan mallit. Ensimmäiset parannukset saharaamiin sai aikaan Englannissa Portsmouthin sotakonepajojen päällikkö kenraali, SIR SAMUEL BENTHAM. Hänen molemmat apulaisensa ISAMBARD BRUNEL ja HENRY MAUDSLAY olivat hänen apunaan uusien aatteiden keksimisessä ja uusien konstruktioiden luomisessa. Suureksi hyödyksi oli heille se, että he voivat käyttää hyväkseen hyvin kehittyneen englantilaisen metalliteollisuuden tuotteita.

Näyttä todennäköiseltä, että BRUNEL *) olisi ollut henkilö, josta aatteet yksityiskohtiin nähden saivat alkunsa, jotavastoin MAUDSLAY piti huolen konstruktiosta. Joka tapauksessa on kuitenkin BENTHAM tullut kuuluisimmaksi tästä kolmikosta. **)

*) BRUNEL, joka myös on tullut tunnetuksi muiden puunjalostuskoneiden historiassa, oli ranskalainen ylimys, joka pakeni vallankumouksen aikana v. 1793 Englantiin.

**) BENTHAM on siksi merkillinen henkilö, että kannattaa tässä yhteydessä mainita hänestä muutama sana.

SAMUEL BENTHAM sai huolellisen kasvatuksen WESTMINSTER-koulussa Lontoossa, joka näihin aikoihin oli tieteellisistä laitoksista parhaita. Lopetettuaan opintonsa hän astui meriväkeen alkaen opiskella laivarakennusta WOOLWICH'in laivatelakoilla. Täällä hän opiskeli seitsemän vuotta ja perehtyi kaikkiin puu- ja metallijalostuslaitteisiin. Oppinsa saatuaan hän matkusteli toista vuotta tutkimassa muita laivatelakoita ja v. 1779 sai hän hallitukselta apurahan Pohjois-Euroopan tehtävää tutkimusmatkaa varten, tarkoituksella tutkia laivarakennusta. Tällä matkalla ollessaan hän keksi m.m. ensimmäisen höyläykoneen. Tällä matkalla tuli sitäpaitsi hänen kykynsä huomatuksi ja hän sai toimen Venäjällä suurten lasi-, metalli-, puunjalostus-, köysi-y.m. tehtaiden johtajana.

V. 1791 hän palasi takaisin Englantiin, jossa hänen veljensä, tunnettu kansantalousmies, JEREMY BENTHAM oli saanut tehtäväkseen järjestää teknillisiä töitä kuritushuonevangeille. JEREMY BENTHAM otti veljensä avuksi tähän työhön, sillä hän käsitti, että tällaisessa työssä oli edullista käyttää koneita, koska niiden avulla voi sellainenkin henkilö työskennellä, jolta puuttuu työhön tarpeellinen kätevyys. Näiden koneiden keksimisessä halusi BENTHAM käyttää veljeään apunaan. Hän muutti talonsa

V. 1810 oli jo Woolwich'in arseenaalissa käynnissä neljäraaminen höyry-saha. Höyrykoneen huimapyörästä siirrettiin voima raamin liikuttamiseen tarvittavalle polviakselille remmien kautta. Raamit itse olivat tehdyt valuraudasta, ankkuripalkit olivat kahdesta osasta ja liukutaltat puusta. Kuuluisat chattamilaiset höyrysahat, joissa oli nykyisiä muistutavat puiden nosto- ja siirtolaitteet, rakennettiin vuosina 1812 ja 1814.

1700-luvun sahauskoneista Ranskassa mainittakoon BELIDOR'in 1736 keksimä, jota siellä pitkät ajat pidettiin voittamattomana. Ranskassa niinkuin muuallakin tähän aikaan olivat keksijät puun mekaanisen teknologian alalla sotilashenkilöitä, pääasiallisesti laivastossa työskenteleviä, ja niinpä oli BELIDOR'kin ranskalaisen laivaston tykistön tarkastaja. Yleensä voidaan kuitenkin sanoa, että Ranskassa tarvittavat sahauskoneet jo 1700-luvun puolivälistä alkaen tuotiin Englannista ja että Ranskassa on hyvin vähän itsenäistä tällä sataluvulla saatu sahauskoneiden alalla aikaan. Tämä on muuten varsin luonnollista, sillä 1700-luvun loppupuolella Ranskassa vähitellen alkoivat kehittyä ne olosuhteet, jotka lopulta purkaantuivat suureen vallankumoukseen. Mainittava on kuitenkin, että DUHAMEL DU MONCEAU, jolle ei mikään ollut vierasta puun

laajat huoneustot tehtaiksi ja näissä tehtaissa alettiin pääasiallisesti rakentaa puunjalostuskoneita. Tämä tehdas on ensimmäinen tällä alalla. Tästä paikasta muutettiin tehdas sittemmin v. 1796 Yorkstreet'in varrelle Lontoossa, jossa se kauan aikaa sijaitti. V. 1852 pitämässään esitelmässä SOCIETY OF ART'SISSA mainitsee professori WILLIS, että tässä tehtaassa on valmistettu kaikenlaisia puunjalostuskoneita, siis tavallisia sahauskoneita, mutta sitäpaitsi esim. koneita vaununpyörien ja akkunavuorilautojen y. m. valmistukseen.

SAMUEL BENTHAMIN keksimät koneet herättivät siinä määrin huomiota, että hallitus antoi hänen tehtäväkseen toimeenpanna tutkimuksia puunjalostuskoneiden käyttämisestä laivanrakennuksessa. Tähän tutkimukseen ryhtyikin BENTHAM suurella innolla ja hän ei m. m. ottanut vastaan hänelle Venäjältä tehtyä erittäin loistavaa paikantarjousta. Benthamin ehdotus valmistuikin v. 1797, ja vielä samana vuonna antoi amiraliteetti hänelle tehtäväksi pystyttää käytännössä ne koneet, mitä hän tutkimuksessaan oli ehdottanut. Tällöin siirrettiin suuri osa JEREMY BENTHAMIN valmistamista koneista Portsmouth'in ja Plymouth'in laivatelakoille ja näissä oli myös useita sahauskoneita. Suuri osa koneista valmistettiin JEREMY BENTHAMIN tehtailla Englannin hallituksen laskuun. V. 1803 ryhtyi BENTHAM käyttämään höyrykoneita ja varmasti ei voida sanoa, milloin hän asetti käyntiin ensimmäisen höyrysaahan. Sen verran on kuitenkin varmaa, että BENTHAM konstruoi yhdessä edellämainittujen apulaistensa kanssa 19:nneen vuosisadan ensimmäisellä vuosikymmenellä höyryllä käyvän raami-

mekaanisen ja kemiallisen teknologian alalla, sai paljon aikaan järkipäisten sahanterämällä kehittäminen alalla ja että hän myös on lausunut, niin sanoaksemme, sahanterää koskevan tieteen perusteet. DU MONCEAU'n suunnittelemista ja rakentamista koneista mainittakoon m. m. hevoskierron avulla käytettävän sahan, joka muuten vielä nytkin olisi käytännöllinen kotitarvesahana, keksiminen.

1700-luvun Saksassa ovat vesisaat saavuttaneet moninaisia ja sangen täydellisiäkin muotoja. Sangen yleiseksi jäi kuitenkin muoto, joka ei suurestikaan eronnut edellä selittämästämme Sarvilahden sahasta. Sitä vastoin jo tällä sataluvulla tuli saha-alallakin esille saksalaisten erikoinen taipumus kirjojen kirjoittamiseen, sillä jo 1819 julkaisi »MÜHLENBAU-MEISTER STURM IN AUGSBURG» teoksensa *Vollständige (sic!) Mühlenbaukunst*, jossa selitettiin saksalaisella perinpohjaisuudella, kuinka sahamylly on rakennettava.

sahan. Tällä tavalla BENTHAM oli oikeastaan pannut myöskin alulle nykyaikaisen raamisahan kehityksen. Kuinka suurimerkityksellisiä BENTHAMIN ja BRUNELIN keksinnöt jo heidän aikalaistensa mielestä olivat, sitä todistaa m. m. sekin, että JEREMY BENTHAMIN tehtailta yksinomaan hallitus v. 1813 tilasi puunjalostuskoneita 20,000 punnan arvosta. SAMUEL BENTHAMia sanotaankin Englannissa puunjalostuskoneiden isäksi.

Mainittakoon muuten, että BENTHAM oli henkilö, joka ehkä paremmin kuin kukaan muu tunsikin siihen aikaan saakka keksityt koneet. Mutta puunjalostuskoneet olivat vielä silloin niinkuin nytkin siksi vähän tunnettuja suurelle yleisölle, ettei BENTHAMIN nimeä tavallisesti vielä nytkään mainita suurten keksijöiden joukossa. Tosiasia on kuitenkin, että BENTHAM on tehnyt ehkä enemmän hyödyllisiä keksintöjä kuin yksikään muu suurena keksijänä mainittu henkilö.

II. Raamisahan ja sen osien kehitys 1800-luvulla.

Kun täten on alettu 1800-luku, on se kokonaan erotettava erilleen edellisistä, syistä, jotka jo edellisen luvun puitteissa ovat tulleet selville, nim. pääasiallisesti sen vuoksi, että höyryvoiman käyttö saha-teollisuudessa vuosisadan vaihteessa alkaa mahtavasti vaikuttaa myös siinä käytettävien koneiden kehitykseen ja että rauta ja teräs tulevat tämän alan raaka-aineiksi. XIX vuosisata jo oikeastaan lopettaa sahauskoneiden historiassa sen ajanjakson, jonka voidaan katsoa käsittelevän niiden alkuvaiheet, mutta toiselta puolen on tämä vuosisata luonut kaikilla aloilla niin moninaisia muotoja, että, jos esim. ajatellaan sen puoliväliin asti käytettyjä sahauskoneita, niin tavataan niissä muotoja, jotka meistä tuntuvat ainoastaan jonkunlaisilta nykyaikaisten sahauskoneiden alkumuodoilta ja sen vuoksi mahtuu niidenkin käsittely tämän kirjoituksen puitteisiin.

Tekniikan nopeasta kehityksestä XIX:llä vuosisadalla on ollut luonnollisena seurauksena, että kävisi mahdottomaksi ruveta luettelemaan ja selittämään läheskään kaikkia tämän vuosisadan ensimmäisellä puoliskolla luotuja raamisahamuotoja, vaan on paremminkin rajoituttava seuraamaan tärkeimpien yksityisten osien kehitystä, sillä siten voidaan parhaiten luoda käsitys siitä, kuinka monien välimuotojen kautta on saavutettu se täydellisyys, joka nykyisillä sahauskoneilla on.

Tällainen esitys tulee kuitenkin kohtaamaan erään suuren vaikeuden. Se edellyttäisi oikeastaan, että pitäisi tuntea, kuinka laajasti kukin keksijä on ollut perehtynyt edeltäjiensä keksintöihin. Tällaisesta seikasta ei kuitenkaan voida saada tietoja muuten kuin joissakin yksityistapauksissa, mutta löytyy eräs seikka, joka oikeuttaa käyttämään tämäntapaista »kehitysopillista» tutkimusmetodia ja se on se, että tekniikan kehitys kulloinkin luo vissejä peruskysymyksiä, joiden ratkaiseminen väkisin muodostuu tekniikan tärkeimmäksi tehtäväksi jonakin määrätynä ajankohtana ja juuri täten tulevatkin ne henkilöt, jotka jonkun määrätyn teknillisen tehtävän ratkaisemiseksi työskentelevät, väkisin ottaneeksi niin laajasti kuin se heille on mahdollista selvää siitä, mitä

kysymyksen ratkaisuun nähden on ennen saavutettu. Ollaan siis suurin piirtein, kun vielä otetaan huomioon aika, oikeutetut asettamaan rinnatusten teknillisten luomien eri muodot kehittymättömästä kehittyneempään päin ja ollaan tämän perusteella oikeutetut konstateeraamaan jonkun määrätyn koneosan kehitys.

Tarkoitus on tällä kertaa seurata vain allamainittujen raamisahaan kuuluvien osakoneistojen kehitystä.

- A) Raami ja sen liukulaitteet.
- B) Sahanterän kiinnittämiseksi raamiin käytetyt laitteet.
- C) Raamin liikkeellepanolaitteet.
- D) Sahattavan puun kiinnittämistä varten tarvittavat laitteet.
- E) Syöttölaitteet.

A. Raami ja sen liukulaitteet.

Saharaamin kehitykselle ovat antaneet leimansa pääasiallisesti seuraavat sille asetettavista tärkeimmistä vaatimuksista:

1) Mahdollisimman suuren lujuuden yhteydessä mahdollisimman pieni paino. Saharaamin painosta on etua ainoastaan raamin alaslaskeutuessa, jotavastoin raskaan raamin nostaminen ylös merkitsee hukkaamennyttä työtä. Raamin liikkeessä vaakasuorassakin asennossa on luonnollisesti liikapainosta haittaa.

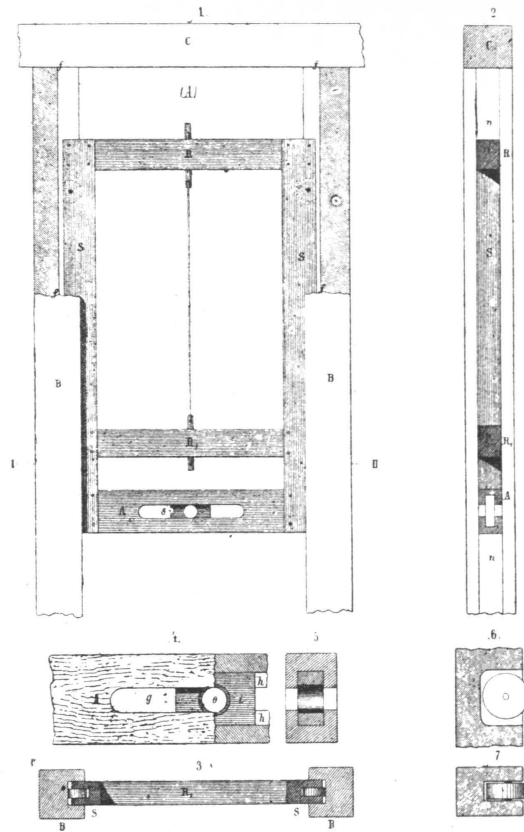
2) Raamin tulee kestää sahanterän jännityksestä johtunut rasitus ja samalla tulee voimakoneen voida sitä liikuttaa siten, että sahanterien jännitys ei siitä häiriinny.

3) Raamin tulee olla siten rakennettu, että hankaus liukuosia vastaan on mahdollisimman pieni, mutta sen liike kuitenkin samalla vakava ja mahdollisimman vähän voimakonetta rasittava.

Ensimmäinen vaatimus saavutettiin luonnollisesti parhaiten tekemällä raami puusta ja sellainen se olikin 1800-luvulle asti. Puinenkin kehys voi olla erittäin luja, kun se vain oli järkipäisesti rakennettu ja myöskin sitä konstruoitaessa on tehty keksintöjä, jotka myöhemmin ovat osottautuneet hyödyllisiksi. Samoin on tässä yhteydessä keksitty tarkoituksenmukaisia liukujärjestelmiä. Tahdomme seuraavassa juuri näistä syistä selvittää kaksi tällaista raamia. Toisen niistä on LEONHARDT CHRISTOF STURM'in keksimä ja on hän sen itse kuvannut saha-teollisuutta koskevassa teoksessaan v. 1819, jälkimmäisen keksijää taas ei tunneta, mutta on se kuvaajansa FRANZ JOSEF RITTER VON GERSTNER'in mukaan ollut sängen

yleisesti käytännössä Saksan ja Itävallan vesisahoissa 1830-luvun tienoilla.

STURM'in raamissa ovat ankkuripalkit R ja R₁ kiinnitetyt aisoihin S ja S₁ tapituksella. Sivut jatkuvat R₁:n alapuolelle ja on niihin kiinnitetty ankkuripalkkien kanssa yhdensuuntainen poikkisalpa A. Jalustan muodostavat kaksi pystysuoraa pylvästä B ja vaakasuora poikkipuu C.



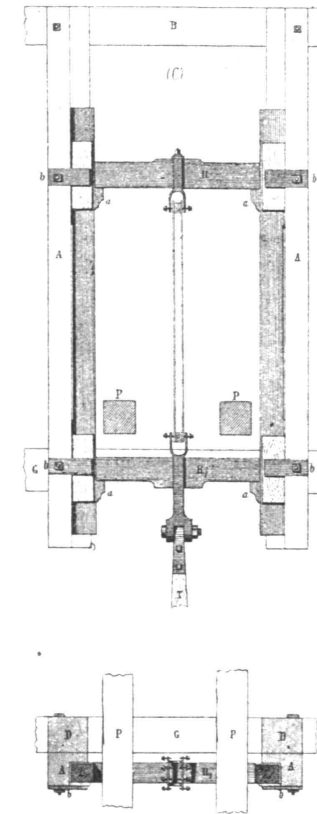
Kuva 1. STURM'in raami.

Erittäin mielenkiintoinen on liukujärjestelmä. Molemmista sivupylväissä B on, kuten kuvasta näkyy, koro n, joka on yhtä leveä kuin sivut S ja S₁ ovat paksut. Tämän poikkileikkaus kohdalta I—II näkyy myös kuvassa. Ominaiset STURM'in konstruktiolle ovat *liukurullat*, jotka ovat näkyvissä kuvissa 3, 6 ja 7.

Nämä rullat ovat laakeroidut sivujen avonaiseksi jätettyyn kohtaan ja liikkuvat jalustaa vastaan pinnassa ff ja korossa n.

Kuten edelläoleva selitys osottaa ja myös kuvista näkyy, on liukumisjärjestelmä erikoinen ja sen suhteen kannattaa panna muistiin rullien käyttö, joka siis on näin vanha. Liikkeelle asetetaan raami poikkipuuhun A yhtyvien laitteiden avulla, joiden selittäminen kävisi tässä yhteydessä liian pitkäksi.

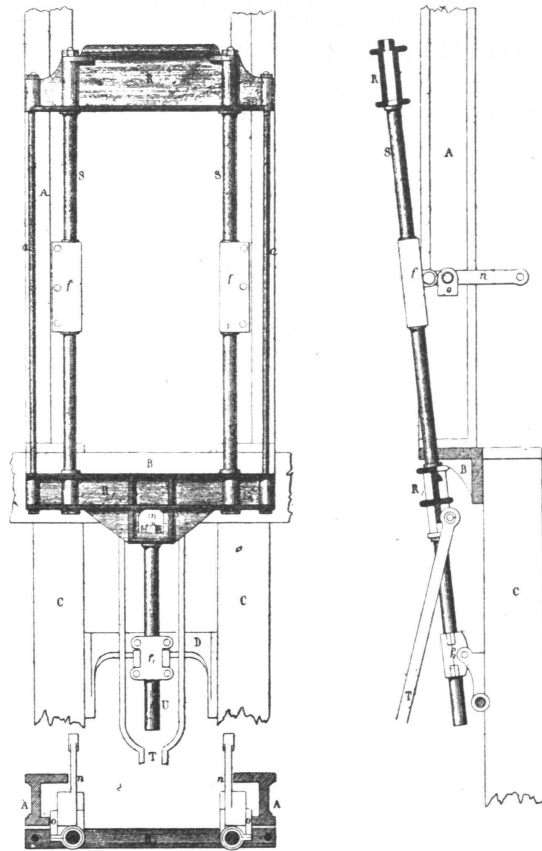
VON GERSTNER'in raamille on ominaista se, että raamin painoa on



Kuva 2. GERSTNER'in raami.

vähennetty tekemällä ankkuripalkit kapeammiksi kummastakin päästään, joten molemmat aisat voivat liikkua jalustan kummassakin pystysuorassa pylväessä olevassa syvennyksessä. Saharaamiin, jonka rakenne muuten selviää kuvasta, on kiinnitetty liukuosat, jotka olivat tehdyt jostakin kovasta puulajista. Ne ovat merkityt kirjaimilla L₁, L₂, ja niiden asemasta ja merkityksestä antaa myös kuva 2 käsityksen.

Että edellä olevat raamimuodot olisivat ainutlaatuisia, voidaan tuskin otaksua. Päinvastoin on todennäköistä, että ne ovat olleet käytännössä useissa sahoissa ja että niiden keksijänä voidaan aivan yhtähyvin pitää jotain muutakin henkilöä kuin niiden kuvaajaa. Sen vuoksi voidaankin ainoastaan katsoa niiden osottavan sitä *yleistä kehitystasoa*, mikä osaksi



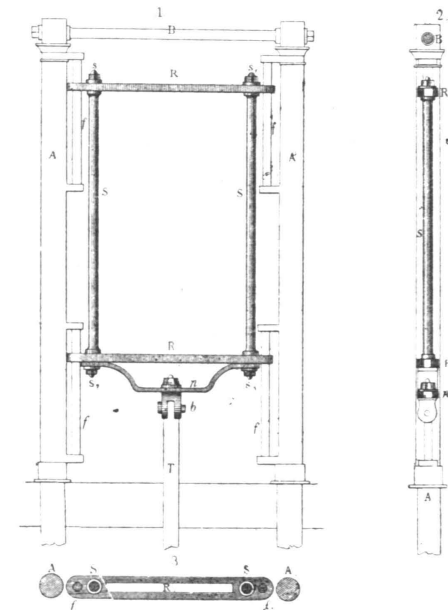
Kuva 3. BRUNEL'in raami.

puisen ja osaksi rautaisen raamin rakenteessa oli saavutettu 1800-luvun alkupuolella ja voidaan näiden kahden esimerkin perusteella todeta, että liukurulla ja liukutaltilta jo tällöin olivat käytännössä.

Todettua nämä kaksi tärkeätä seikkaa osaksi puisen ja osaksi rautaisen sekä muuten sangen kehittyneen raamin suhteen, siirrytään rautaiseen ja teräksiseen raamiin, jollaisena on ensiksi mainittava ISAMBARD BRUNEL'in 26 päivänä maaliskuuta 1813 patentin saanut

raami. Ankkuripalkit R ja R₁ ovat valuraudasta ja niiden läpi ovat sylinterinmuotoiset aisat S ruuvatut. Varret a lävistävät samalla tavalla ankkuripalkkien R ja R₁ pidennykset ja on niiden tarkoituksena lujittaa raamia sahanterien yhteisen jännityksen aiheuttamia muodonmuutoksia vastaan.

Raamin liukuminen on järjestetty seuraavalla tavalla: sylinterinmuotoiset aisat liukuvat laakerissa f ja f ja raamin kanssa samassa tasossa oleva ja siihen ruuvilla m kiinteästi yhdistetty tanko U laakerissa f₁.



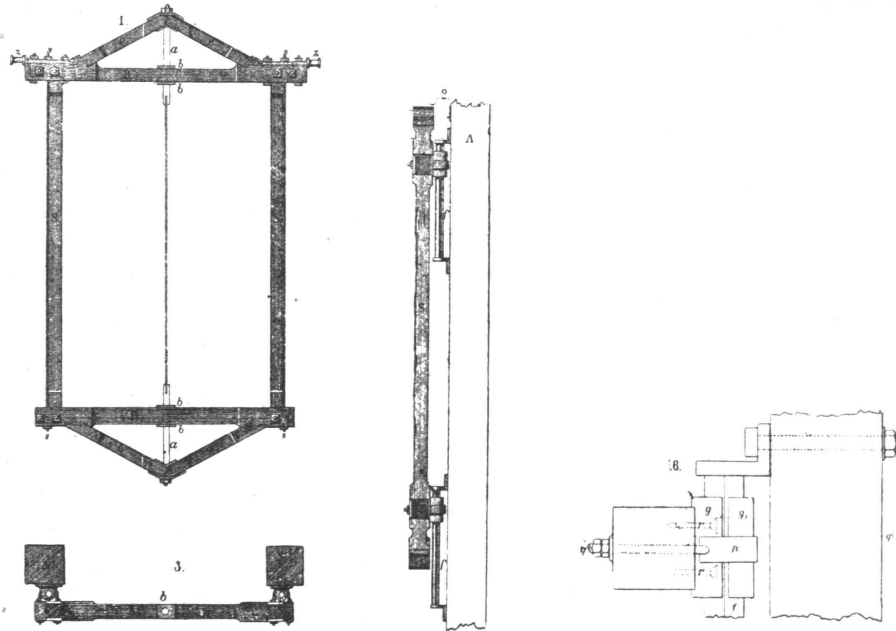
Kuva 4. BRUNEL'in (?) raami.

Liukumisessa syntyvä hankaus jää, kuten kuvasta hyvin selviää, pieneksi siitä huolimatta, että hankauspintoja on 3.

ISAMBARD BRUNEL'in raami on muodoltaan myöhemmin tehtyjen kehittyneiden raamien kaltainen. Se osottaa tekijänsä kykyä konstruomisessa ja todennäköisesti on raaka-aineen, rohkenemmepä sanoa kehnous, nykyisiin verraten aiheuttanut sen, ettei hänen suunnittelunsa sellaisenaan ole päässyt pitemmälle kehittymään. Sen viaksi on jäänyt sen liian suuri heikkous, joka johtui sen aikuisista raaka-aineista. Jos aisat olisi voitu tehdä yhtä hyvistä teräsputkista kuin nykyään, olisi raami vastannut sangen suuria vaatimuksia.

Todennäköisesti BRUNEL'in keksimä on myöskin se saharaami, jota ed.siv. oleva kuva esittää. Siinä on liukumiskoneistona neljä sylinterimäistä tankoa f, jotka ovat yhdistetyt aisoihin A. Ankkuripalkit ovat pidennetyt aisojen ulkopuolelle sekä oikealle että vasemmalle ja näissä pidennetyissä osissa on reijät, joissa ohjaustangot f liukuvat.

Kuten nämä molemmat konstruktioit osottavat, piti BRUNEL hyvin tärkeänä, että raami saisi heilumattoman kulun. Tämä johtui m.m. siitä, että täten saatiin suorakulmaista sahatavaraa, jonka sivupinnat olivat yhdensuuntaiset, ja on BRUNEL muuten juuri siinä suhteessa kehittänyt



Kuva 5. KANKELWITZ'in raami.

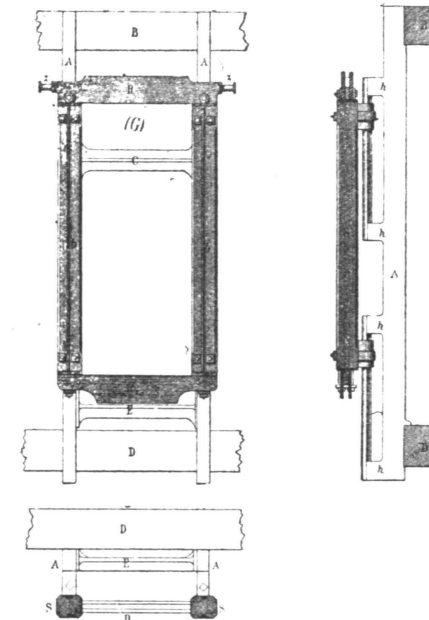
sahauskoneita, että hän on koettanut keksiä muotoja, joiden avulla voitiin sahaus saada tarkaksi.

KANKELWITZ'in saharaami on parikymmentä vuotta vanhempi kuin BRUNEL'in raamit. A on pylvä, johon on kiinnitetty liikutanko f, joka liukuu laakerissa g. Kirjaimella g merkitty osa suuremmassa mitta-kaavassa olevassa piirustuksessa on pockenholzia ja on se kiinnitetty ankkuripalkkiin neljällä ruuvilla r. Raamista poispäin oleva osa g' on kiinnitetty kaarella p ja sen pitennyksellä q saharaamin etuosaan.

KANKELWITZ'in raami on sekin sangen hyvin suunniteltu ja on se tässä yhteydessä mainittu pääasiallisesti sen vuoksi, että siinä on liuku-

mista järjestettäessä ensi kerran käytetty rengaslaakeria tavalla, joka myöhemmin on useissa raamimuodoissa esiintynyt. Sitäpaitsi ansaitsee tämä raamimuoto mainitsemista myöskin sen vuoksi, että siinä on käytetty liukumisen järjestämiseksi pockenholzilaakeria ja siten siis otettu ensi kertaa käytäntöön tämä tärkeä laakeripuulaji, joka sittemmin on saavuttanut niin suuren merkityksen. Tämän samoin kuin seuraavankin KANKELWITZ'in saharaamin on HOFFMANN selittänyt.

Siinä on aisoina käytetty rautaputkia kuten BRUNEL'in raamissa.



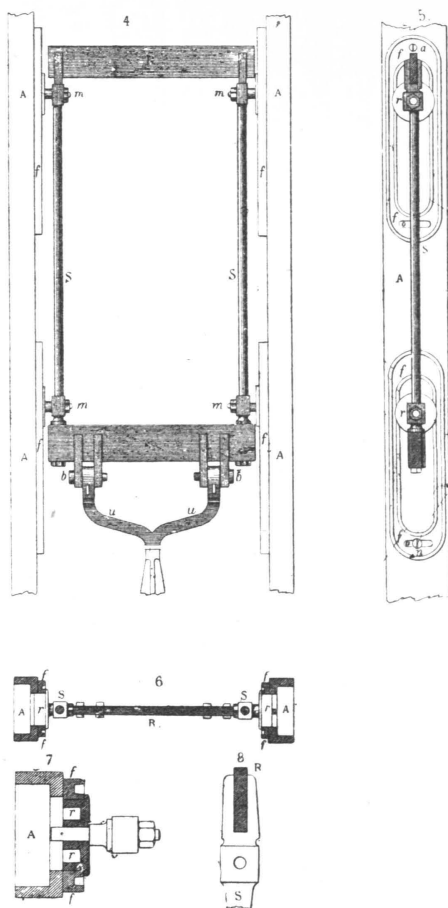
Kuva 6. Eräs KANKELWITZ'in raami.

Liukuminen on järjestetty tangoilla, joiden poikkileikkauspinta on neliön muotoinen ja jotka ovat yhdensuuntaiset A:lla merkittyjen osien kanssa. Nämä liikutangot ovat kahden kahdesta osasta kokoonpannun laakerin ympäröimät. Näitä taas pitää koossa rengas, joka on kiinnitetty ruuvilla ja mutterilla raamiin.

Tässä raamissa herättää mielenkiintoa erikoisesti se, että tässä liukuosissa ennen poikkileikkaukseltaan ympyränmuotoiset tangot ovat korvautuvat poikkileikkaukseltaan neliönmuotoisilla. Tämä seikka ansaitsee huomiota senvuoksi, että neliöllä on pinta-alansa nähden pienin piiri, joten tässä on samalla kertaa saavutettu samaa lujuutta kohti pienin

hankaus. KANKELWITZ olikin teknillisesti ja matemaattisesti sivistynyt, hän m.m. oli ollut mekaniikan professorina Leipzigin yliopistossa.

Erikoista mainitsemista ansaitsee myös DUBOURG'in saharaami. Tämä on englantilainen keksintö, vaikka sitä usein myöskin mainitaan ranska-



Kuva 7. DUBOURG'in raami.

laiseksi, sen vuoksi, että se on ensi kerran ollut käytännössä *Auzun'*iin rakennetussa sahalaaitoksessa Ranskassa. DUBOURG oli, vaikka nimestä voisi otaksua toista, englantilainen ja oli hänellä apunaan muitakin englantilaisia insinöörejä *Auzun'*in sahalaaitosta rakennettaessa. Ranskalaiseksi on DUBOURG'in saharaamia otaksuttu myös senvuoksi, että se saavutti pian Ranskassa sangen laajan käytännön ja että sitä siellä on

myöhemmin kehitetty, joten sen perusteella on syntynyt useita ranskalaisia saharaamimuotoja.

Ankkuripalkki R on kiinnitetty pihdintapaiseen syvennykseen. Alinen palkki on taas kiinnitetty siten, että palkin läpi on vedetty ruuvi, joka päättyy mutteriin.

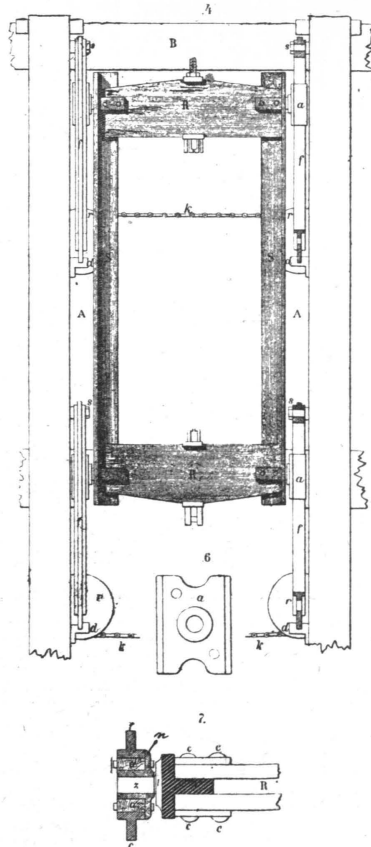
Liukulaitos näkyy myös varsin selvästi kuvastamme. Siihen kuuluu pylvääseen A upotettu liukupinta f sekä siihen vastaava liukutaltoa r. Liukutaltoa f:n asema selviää parhaiten raamin edestä otetusta kuvasta. Edellä mainitut yksityiskohtat sekä liukutaltojen rakenne taas selviävät pitemmistä selityksistä kuvista 6 ja 7. Tämä saharaami ansaitsee mainitsemista erikoisesti sen vuoksi, että sen liukujärjestelmä on osottautunut sangen käytännölliseksi vaakasuorissa raameissa, joissa se hyvin pitkäksi aikaa tuli käytäntöön ja on sitä nytkin faneerisahoissa.

Myös tämä raami näyttää nykyaikaisten rinnalla hyvin heikolta. Selitykseksi onkin senvuoksi mainittava, että se on rakennettu hyvin pienelle, 100—150, iskuluvulle. Vaakasuorissa raameissa, joissa, kuten esim. faneerisahassa, on ainoastaan 1 terä, ei luonnollisesti raamilta suurta lujuutta vaaditakaan ja senvuoksi voi tällainen konstruktio siinä hyvin täyttää tehtävänsä. DUBOURG'in raami on myös hyvä esimerkki siitä, miten moni keksintö usein voi osottautua käytännölliseksi aivan toiseen tarkoitukseen kuin keksijä on aikonut.

Sille, joka tuntee DUBOURG'in saharaamin, on HAZARD KNOWLES'in 1800-luvun puolivälissä keksimä raami samalla tunnettu, sillä pääkohdisaan ovat ne sangen yhtäläiset. New York'issa julkaisemassaan v. 1854 selostuksessa väittää KNOWLES itsensä sen aatteen isäksi, vaikka samanlainen raami oli Ranskassa tunnettu jo kolmisenkymmentä vuotta sitten. Kannattaa edelleen mainita, että v. 1865 esiintyi Stuttgart'issa CHARLES EHMAN niminen henkilö, joka loppujen lopuksi esittää tämän saman keksinnön omanaan. Vaikea on tietää, tunsiko KNOWLES DUBOURG'in keksintöjä, mutta hyvin luultavaa se kuitenkin on, sillä tähän aikaan olivat jo olot siksi kehittyneet, ettei ole mitenkään merkillistä, että Amerikassa tiedettiin, millaisia sahanraameja Ranskassa käytetään. Joka tapauksessa on kuitenkin myönnettävä, että KNOWLES on ainakin sangen huomattavassa määrin kehittänyt DUBOURG'in raamia ja senvuoksi on syytä mainita pääkohdat hänenkin keksinnöstään.

Tärkeä uutuus KNOWLES'in raamissa on se, että jalusta on tehty H raudasta ja aisoihin taas on käytetty T rautaa. Täten on saavutettu pienempi paino ja suurempi lujuus kuin edellisissä konstruktioissa. Hankauspintoja on 4 (merk. kirjaimella a). Näitä vastaa T-muotoiset liuku-

kiskot f- ja esim. osa n muistuttaa suuresti DUBOURG'in raamia. Täytyy kuitenkin sanoa, että KNOWLES'in raamin voidaan aivan yhtä hyvin sanoa muistuttavan BRUNEL'inkin raamia, joten se aivan hyvin voi olla itsenäinenkin. Se voi ehkä myös olla todistus siitä, että eri maanosissa voidaan aivan sattumalta jo siitä syystä, että voitettavat teknilliset vai-

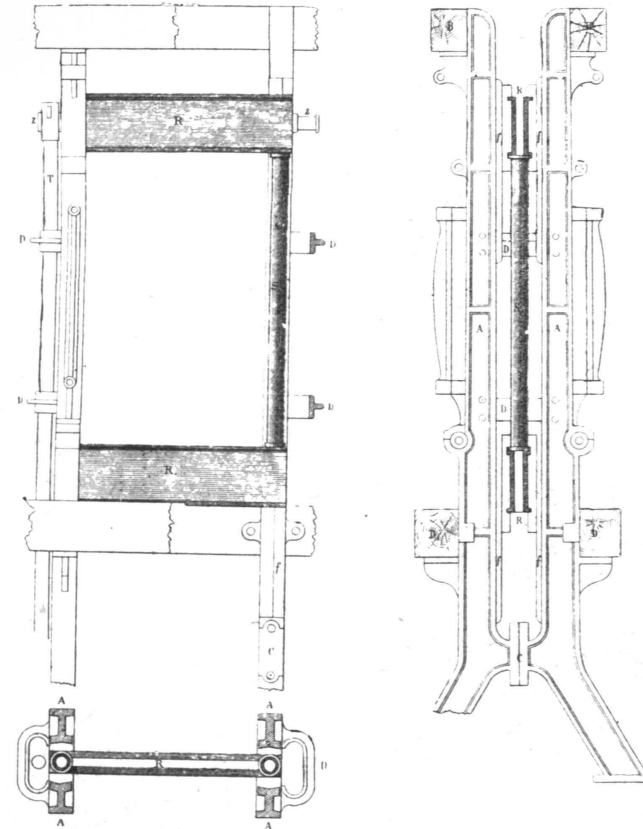


Kuva 8. HAZARD KNOWLES'in raami.

keudet ovat samat, päästä melkein samoihin lopputuloksiin. Raami on mainittu paitsi sen väittelyn vuoksi, mikä siitä on syntynyt, myös sen tähden, että se on antanut aihetta monien Amerikassa käytettävien raamimuotojen syntymiseen.

Niistä raamisahan muodoista, joilla on ollut merkitystä sahatekniikan kehityksessä on ehdottomasti myös mainittava PAUPIE'n ja NATTLAND'in n.k. vaihtoraami. Sen rakenteen pääpyrkimyksenä oli tehdä raami vaihdettavaksi siten, että se pienellä vaivalla voitiin nostaa pois ja sen sijalle

asettaa toinen. Tarkoituksena tällä toimenpiteellä oli säästää se aika, joka kuluu sahanterien vaihtamiseen ja joka sahauksessa menee hukkaan. Tämä aika on luonnollisesti sitä suurempi mitä useampia teriä raamissa on ja merkitsee siis sitä enemmän mitä suurempia puita sahataan. Tämä



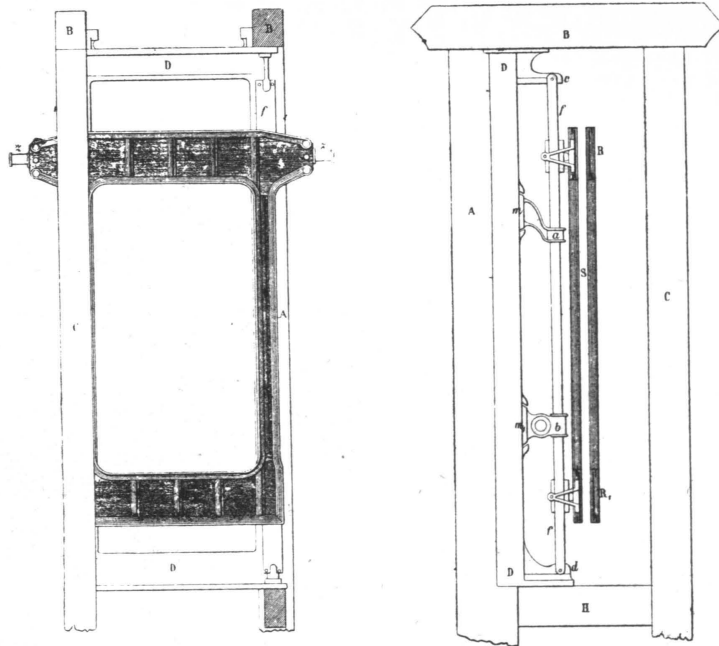
Kuva 9. PAUPIE'n ja NATTLAND'in raami.

saavutettiin siten, että raami oli järjestetty helposti poistettavaksi, joten sen sijalle voitiin asettaa uusi.

Tämän aatteen toteuttaminen, jota keksijä itse piti pääasiana, ei kuitenkaan onnistunut, joten raami pian joutui pois käytännöstä, mutta sitävastoin tehtiin eräs toinen tärkeä keksintö, joka ansaitsee mainitsemista nimittäin se, että tässä raamissa ensiksi käytettiin erillisiä prisma-muotoisia liukutaltoja. Aluksi olivat ne kiinteästi yhdistetyt kehukseen, joten etuna oli ainoastaan prisma muoto, mutta myöhemmin ne tehtiin suunnilleen sen muotoisiksi kuin nykyäänkin käytetyt. Tämän keksin-

nön avulla voitiin hankausta suuressa määrin pienentää ja samalla saavutettiin se etu, että raamin hölkkyminen huomattavasti väheni.

TELTSCHIK Wienistä käytti ensikerran*) kahdesta yhdensuuntaisesta osasta tehtyä ankkuripalkkia tai oikeammin sanoen, rakensi raamin, joka tavallaan oli yhdistetty kahdesta samanmuotoisesta suorakaiteesta kuten myötäliitetty kuvio osoittaa. Täten saavutettiin m.m. paljon pienempi



Kuva 10. TELTSCHIK'in raami.

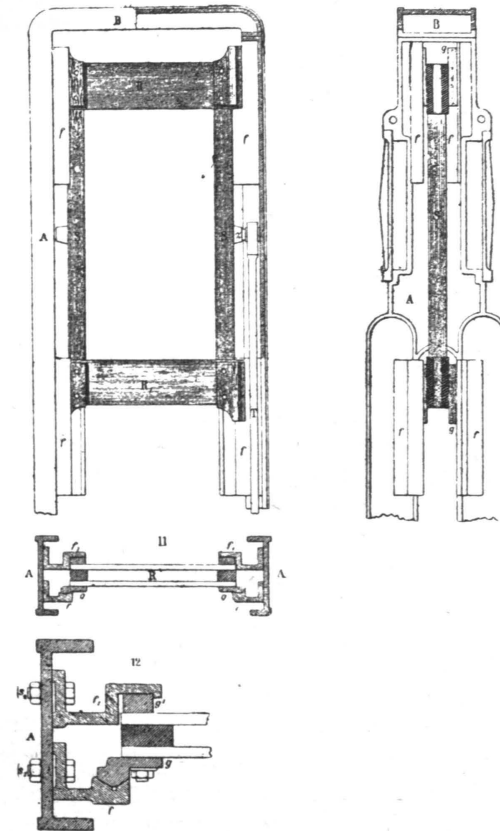
paino kuin ennen, jotapaiti sahanterien kiinnitys kävi yksinkertaisemmaksi. TELTSCHIK'in raamissa käytettiin myös ensi kerran sanan nykyisessä merkityksessä liukukiskoja, jotka olivat ruuvien (ab ja cd) avulla siirrettävät.

Viimeisenä mainittakoon erään tuntemattoman keksijän 1860-luvulla rakentama raami, jonka myös EXNER on kuvannut ja joka todennäköisesti on saksalaista tekoa. Raamin jalusta on 2-osainen jaliukuu raami: aaliukupintaa vastaan. Kehys taas on, kuten nykyaikaisissakin sahoissa, varustettu 2-osaisella ankkuripalkeilla R ja R₁ ja liukutaluttamuodostuksen osottavat kuv. 11 ja kuv. 12. Liukutaluttoja on 4 raamin ylä- ja 4 sen

*) Oikeastaan oli BENTHAM ensimmäinen 2-osaisen ankkuripalkin käyttäjä, mutta hänen ankkuripalkkinsa joutui pian unohduksiin.

ala-osassa. Toisessa on hankauspinta 3- pintainen särmiö tai oikeammin särmiön 2 sivupintaa, toisena taas hankauspintana on 2 parallellipedin sivupintaa.

On selvää, että tällainen liukulaite mitä suurimmassa määrin takaa raamille sen sopivimman liikkeen. Se muistuttaakin sängen suuressa



Kuva 11. Raami 1860-luvulta.

määrin nykyään käytännössä olevia liukulaitteita, kuten itse raamisaha kokonaisuudessaankin on sängen paljon nykyisten sahojen kaltainen.

Kuten kuvasta näkyy, on raami pantu liikkeelle raamin sivulla olevan kiertokangen avulla. Voi riippua juuri tästä seikasta, että keksijä on ollut pakotettu laatimaan näin kehittyneen liukulaitteen.

Vaikka tämän raamin rakenteessa on monta yksityiskohtaa, jotka tekevät sen vähemmän soveliaaksi käytännössä, niin on se liukulaitteensa

puolesta kaikkien edelläselitettyjen raamien edellä ja sen keksijää voitaisiin täydellä syyllä pitää nykyisen liukulaitteen yhtenä keksijänä.

* * *

Edellä on poimittu muutamia esimerkkejä raamien ja liukulaitteiden rakenteesta. On syytä vielä kerran mainita, että on koettettu valita ain. ne, jotka edustavat jotain määrättyä kehitysastetta ja että, koska jokainen keksintö aina tuo mukanaan sarjan miltei samanlaisia keksintöjä, tämälantapaisia kuvauksia olisi voinut tehdä useampiakin, mutta niiden avulla ei olisi saavutettu sen suurempaa selvyyttä aiheen tutkimisessa.

B. Sahanterän kiinnittämiseksi raamiin käytetyt laitteet.

Jo edellä on mainittu, että sahanterän jännitys vaikuttaa paljon raamin konstruktion ja voidaan sanoa, että se on ollut suurena esteenä tarpeeksi leveiden ja nopeasti liikkuvien raamimuotojen aikaansaamisessa aikoina, jolloin teräs ei ollut yhtä helppohintaista eikä lujaakaan kuin nyt. Toiselta puolelta on sahanterä kiinnitettävä raamiin siten, että se pysyy asennossaan ja että sitä terän venyessä voidaan jännittää. Lopuksi tulee kiinnitystavan olla sellaisen, että terät mahdollisimman vaivattomasti voidaan vaihtaa. Terien siirtäminen lähemmäksi ja kauemmaksi toisistaan niitä raamista irrottamatta on myös saavutus, johon tällä alalla on yritetty pyrkiä.

Se jännittävä voima, mikä sahanterällä raamiin nähden on, on sangen tuntuva ja mainittakoon tässä yhteydessä, että KANKELWITZ oli ensimmäinen, joka yritti sitä laskea, voidakseen edullisesti konstruoida sahanraameja, joilla mahdollisimman pieneen painoon liittyi mahdollisimman suuri lujuus. Jos sahanterän paksuus on noin 2—3 mm., vaaditaan sen jännittämiseksi hänen mukaansa voima, joka kg:ssa lausuttuna on 200 s², jossa s merkitsee sahanterän paksuutta. Kaikkien raamiin kiinnitettyjen sahanterien jännitykseen tarvittava voima saadaan laskemalla yhteen ne voimat, jotka tarvitaan kunkin sahanterän jännitykseen erikseen. Selvää on, että täten, kun sahanterien lukumäärä on suuri, tulee kysymykseen sangen suuret voimat.

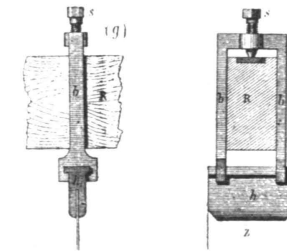
Paitsi sitä, että saharaamin siis tulee olla lujan, tulee luonnollisesti myös niiden laitteiden, joilla terät raamiin kiinnitetään olla sangen lujia. Mutta toiselta puolen on vältettävä liika painavia ja liiaksi tilaa ottavia

laitteita ja täten onkin täytynyt käyttää monia muotoja ennenkuin on päästy nykyisiin. Näitä laitteita kutsutaan nykyään ankeleiksi, joka nimi kuitenkin on sangen nuori, sillä vanhemmissa teoksissa ei niillä yleensä ole nimeä, lukuunottamatta englantilaista nimeä, *hangings*.

Seuraavassa käytetään niille kuitenkin ankele-nimitystä, vaikkei se ollutkaan tunnettu silloin kuin ne keksittiin.

Aluksi oli tapana kiinnittää ankele siten, että ankkuripalkki itse jäi ankelin sisälle. Esimerkkinä tällaisesta kiinnitystavasta mainittakoon BOILEAU'n ankele, jonka kuva 12 esittää. Siitä selviää m.m. että sahanterään oli kiinnitetty T-muotoinen osa (h), joka taas, samaan tapaan kuin laatikko pöytään voitiin sovittaa ankelin kehyksiin b ja b. Sahanterän jännittäminen tapahtui ruuvilla S.

BRUNEL'in ankele on vanhimpia keksintöjä alallaan senjälkeen kuin sahauskoneissa oli päästy kehittyneempiin muotoihin. Se on vuodelta 1812. Kuvassa 13 on t varsinainen ankelikoukku, johon liittyy ankkuripalkin ympäri kiertyvä rengas. Tämä vastaa toiseen koukkuun u, jonka



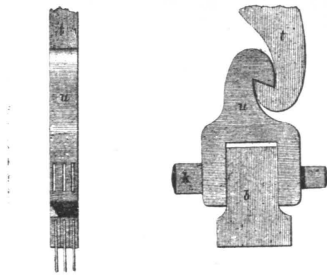
Kuva 12. BOILEAU'n ankele.

ala-osa on pihdimäinen. Se voidaan siten kuin kuvamme osottaa lävistää vinokiilalla k, joka taas puolestaan jännittää sahanterää tai helpottaa sen jännitystä. Tämä ankele ansaitseekin mainitsemista juuri senvuoksi, että siinä luultavasti ensikerran on otettu kiila tässä tarkoituksessa käytäntöön.

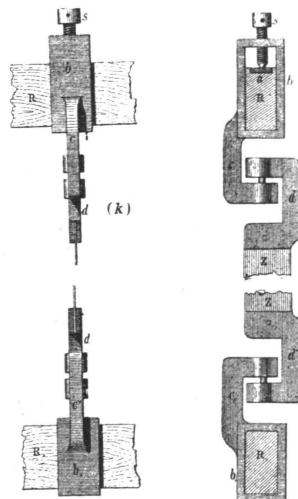
BRUNEL'in käyttämää koukku muistuttaa suuresti se ankele, jonka G. GREEN v. 1856 julkaisi *London journal'*issa ehdottaessaan parannuksia sahauskoneisiin. Se eroaa siitä kuitenkin monessa oleellisessa kohdassa. Sitä esittää yksityiskohtaisesti kuva 14. Rautainen kehys b ympäröi ankkuripalkkia R. Kehyksestä lähtee sakara c, joka päättyy ympyränmuotoiseen levyyn, jonka keskipisteestä kohoaa kuvassa näkyvä nasta. Sakarassa d on samankokoinen ympyrä, jonka keskellä on reikä, joka vastaa sakaran c ympyrässä olevaan nastaan. Sahanterä on kiinteästi yhdistetty sakaraan d. Jännitys tapahtuu ruuvilla S avulla.

Se, että sahanterä on kiinteästi yhdistetty sakaraan d, on tämän konstruktion suurin vika. Onhan esim. terottaessa hyvin hankalaa, että sahanterän molempiin päihin on kiinnitetty tällaiset raskaat kappaleet ja tällainen kiinteä yhdistys on haitallinen myös itse sahauksessa.

Kehittyneempien ankelimuotojen edellytyksenä oli oikeastaan se, että ankkuripalkki tehtiin kahdesta osasta. Tällaisista mainittakoon ensimmäiseksi TELTSCHIK'in kiila-ankeli (kuva 15). b on hyvin ohut teräs-

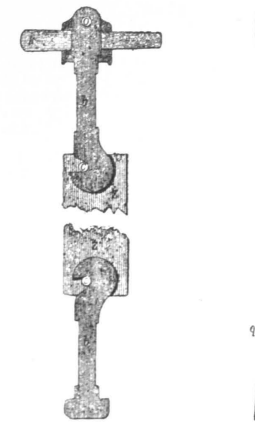


Kuva 13. BRUNEL'in ankele.



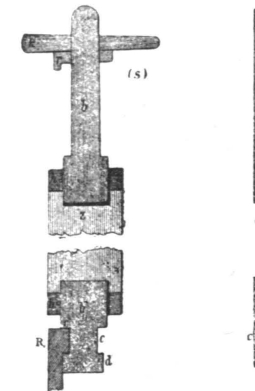
Kuva 14. GREEN'in ankele.

levy, joka ala-osassaan jakaantuu kahdeksi yhdensuuntaiseksi levyksi, joiden väliin jää sahanterän levyinen rako. Alhaalla sitä vastaa melkein samanmuotoinen päinvastaiseen suuntaan käännetty levy b'. Ylemmän levyn b yliosassa on vastakiilat n ja r, joista r vastaa ankkuripalkkiin. Kiila n on kiinnitetty akseliin o, joten se kiilaa k sisään työnnettäessä saa kulloinkin sopivan asennon.



Kuva 15. TELTSCHIK'in ankele.

Olkoon mainittu, että TELTSCHIK ensimmäisenä käytti ankelinimitystä, kutsuen laitettaan nimellä *Charnier-angel*. Teltschik'iä voidaan pitää kiila-ankelin varsinaisena keksijänä. Se tuli sen jälkeen laajalti käyttöön ja on siinä säilynyt meidän päivimme asti.

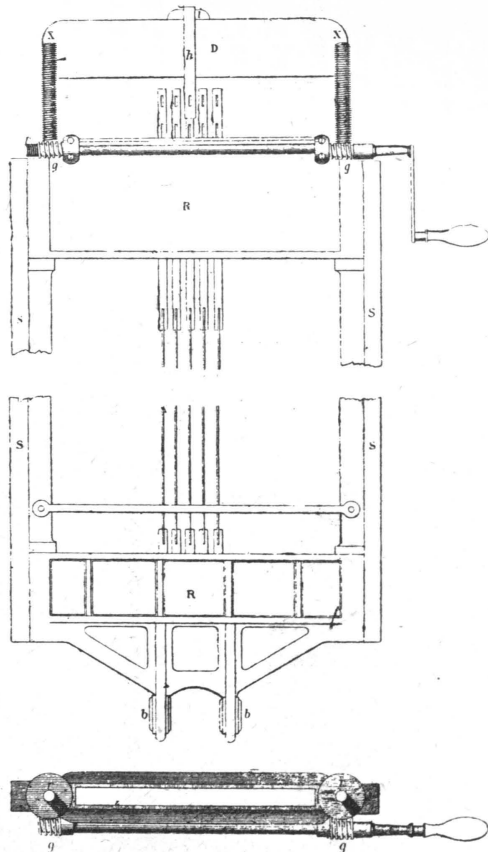


Kuva 16. TOPHAM'in ankele.

Kuva 16 esittää ankelin, joka voi olla vielä tänä päivänä käytännössä. Se on n.k. TOPHAM'in kiila-ankeli. Jännitys tapahtuu siinä kiilan k ja vastakiilan r avulla. Sahanterä kiinnitetään sisääntyönnettävän listakkeen h avulla osaan b.

Ne muodot, jotka yllä ovat esitetyt, ovat kehittyneimmät niistä monista, joita sahanterien kiinnittämiseen on käytetty. Niille useille oli yhteistä se, että terät ovat kiinnitettyt itse ankkuripalkkiin ja, että

terien jännittäminen on tapahtunut kutakin yksityistä terää jännittämällä. Ainutlaatuinen on M. J. BRUNEL'in, jota siis ei ole sekoitettava ISAMBARD BRUNEL'in ja 1800-luvun alkupuolella laatima patentin saanut sahanterien kiinnittämisen- ja jännityslaitos (kuva 17), jossa terät hyllä kulkevat ankkuripalkin R lävitse, mutta eivät ole siihen kiinnitetyt.



Kuva 17. M. J. BRUNEL'in sahanterien kiinnittämisen- ja jännityslaitos.

Sitävastoin ne ovat tavalliseen tapaan kiinnitetyt alempaan ankkuripalkkiin R₁. Terien jännitys tapahtuu siten, että ruuvien X avulla kohotetaan ylemmää palkkia D, joka on ankkuripalkin suuntainen. Tällainen jännitys on kuitenkin osottautunut käytännössä mahdottomaksi siitä syystä, että se edellytti kunkin terän jännitystarpeen yhtä suureksi. Sen vuoksi korjattiinkin laite siten, että terät kiinnitettiin ankeleilla

myös ylempään ankkuripalkkiin, jolloin ankelit kulkevat sen läpi. Tämä tapahtui kiilaamalla. Tämän jälkeen voitiin kutakin sahanterää korottaa erikseen, kuten kuva osottaa ylempää laitetta kohottamalla, jonka jälkeen kiila työnnettiin tarpeelliseen syvyyteen. Tällä laitteella oli mukana se etu, että kiila voitiin asettaa tarkemmin kuin vasaralla lyödessä. Kone ei kuitenkaan menestynyt käytännössä, sillä itse asiassa osottautui kuitenkin helpommaksi järjestää jännitys vasaralla ja kiilalla, senvuoksi että pienikin lyönti vaikuttaa kiilaan, kun sillä vain on sopiva muoto.

Ankeli yksinään ei kuitenkaan riitä pitämään sahanterää siinä asemassa, missä sen sahattaessa tulee olla. Ensinnäkin on pidettävä terät koko sahausajan määrättyjen matkojen päässä toisistaan ja toiseksi tulee täten asetettujen sahanterien olla kiinnitetyt toisiinsa ja kolmanneksi eivät sahanterät tai oikeastaan täten toisiinsa kiinnitettyjen sahanterien muodostama pinkka saa liikkua ankkuripalkin suuntaan. Tämä saavutetaan ensinnäkin asettamalla sahanterien väliin *nastat*, jotka ovat samanlevyiset kuin sahattava lautatavara kuivumisen vara siihen luettuna. Toinen ja kolmas vaatimus saavutetaan puristamalla sahanterät toisiinsa kiinni *korvallisruuveilla*, jotka työntävät niitä aisasta raamin keskustaa kohti.

Tämä menettelytapa, joka vielä nykyäänkin on käytännössä, on hyvin vanha ja EXNER'in mukaan Englannista kotoisin.

Kokeita mukavasti muuttaa terien asemaa, niitä raamista irrottamatta, ei stinkaan ole puuttunut. Ranskalainen ARMENGAUD mainitsee m.m. erään MANNEVILLE'n 1830-luvulla keksineen saharaamin, jossa teriä täten voitiin siirtää, mutta, valitettavasti kyllä, ei asiaa ole sen lähemmin selitetty, ain. mainittu, että terät olivat kiinnitetyt sisäkkäin oleviin putkiin.

C. Raamin liikkeellepanolaitteet.

Kuinka ensimmäisissä saharaameissa raami pantiin liikkeelle, selviää Sarvilahden sahaa koskevasta selostuksesta. Kävisi liian pitkäksi seurata tämantapaisia kehittymättömiä laitteita, semminkin kuin ne itse asiassa sängen pienessä määrässä eroavat toisistaan. Seuraavassa on senvuoksi käsitelty ainoastaan muutamia sellaisia laitteita tällä alalla, joilla on ollut mainittavampi käytännöllinen merkitys tai jotka erikoisuutensa vuoksi ansaitsevat huomiota.

Viimemainituista on erikoislaatuinen STURM'in ehdotus, että raami pantaisiin käyntiin suorastaan kammin avulla. Tämä ehdotus ei ole

johtanut käytännöllisiin tuloksiin, jotavastoin saharaameja on usein käytetty suorastaan höyrykoneen männänvarren avulla.

Tähän ryhmään kuuluu myös PHILIPPE'n saharaami, joka on syntynyt *Societe d'encouragement*'in asettaman kilpailun kilpailevana luonnoksena. Se asetettiin käyntiin siten, että raamin ylimmäiseen ankkuripalkkiin oli kiinnitetty vipuvarsi, jonka liike oli ylös ja alas ja joka taas sai liikkeensä sitä ylempänä olevasta voimakoneen akselista.

Edelliseen ryhmään kuuluvat taas nykyään käytännössä olevat muodot, joista mainittakoon m.m. seuraavat mahdollisuudet:

1) Kiertokankia on 2 ja niiden vaikutuspisteet ovat raamin ylä-osassa. (Esim. TOPHAM'in saharaami).

2) Kiertokankia on 2 ja niiden vaikutuspisteet ovat raamin keski-osassa. (Esim. CHATTAMIN saharaami).

3) Kiertokankia on 2 ja niiden vaikutuspisteet ovat raamin ala-osassa

4) Kiertokankia on 1 ja sen vaikutuspiste on raamin ankkuripalkin keskikohdan tienoilla raamin yläosassa (KUBANK'in saharaami).

5) Kiertokankia on 1 ja sen vaikutuspiste on raamin sivulla ylimmän ankkuripalkin pään tienoissa (useat vaakasuorat tai hieman vinot raamit).

6) Kiertokankia on 1 ja sen vaikutuspiste on raamin keski-osissa sen toisella sivulla. (Tämä on tavallista vanhoissa kaksoisraameissa, esim. RANSOME'n kaksoisraami.)

7) Kiertokankia on yksi ja sen vaikutuspiste on raamin alimman ankkuripalkin keskiosan alapuolella.

On selvää, että itse raamin rakenteesta ja rakennusaineesta riippuu suuresti määrin, mitä tapaa kulloinkin on edullisinta käyttää. Silloin kuin konerakennustaito ei vielä ollut kehittynyt ja kun ei voitu valmistaa tarpeeksi vahvoja kiertokankia, kävi usein välttämättömäksi käyttää kahta kiertokankea, vaikka yhden käyttäminen olisi ollut toivottavaa. Samoin oltiin myös usein pakotetut käyttämään liika lyhyitä kiertokankia sen vuoksi, että tarpeeksi pitkät kiertokanget osottautuivat liian heikoiksi.

Kiertokankilaakerit ja niiden osien vahvistaminen, joissa kiertokanki kohtasi välillisesti tai välittömästi tappinsa, ovat myös olleet monien kokeilujen alaisia. 1860-luvulla käytti SNYDER BROTHERS Ltd kiertokangessa puulaakeria, kuitenkin saavuttamatta menestystä. Mainittakoon, että LIPPMAN 1915 tienoissa on onnistunut menestyksellä ratkaisemaan tämän tehtävän.

Kun luodaan lyhyt silmäys siihen kehitykseen, joka tällä alalla on ollut havaittavissa, niin voidaan loppupäätelmänä sanoa, että saha-

raamin liikkeen aikaansaamiseksi käytetyt koneistot ovat jo sangen aikaisin saavuttaneet muotoja, jotka sangen vähän eroavat nykyisistä ja että pääasiallisesti tällä niinkuin niin monella muulla alalla kyllin suuren lujuuden saavuttaminen on käynyt pääasiaksi: Kun saharaamin iskulukua lisättiin n. 100:sta n. 250:een jopa 350:een, niin ymmärtää, että sitä liikuttavan kiertokangen täytyi muodostua vastaavassa määrässä lujemmaksi.

D. Sahattavan puun kiinnittämistä varten tarpeelliset laitteet.

Vanhemmissa sahoissa käytettiin n.k. kelkkaa, jollainen esim. oli jo Sarvilahden sahaissa. Se oli kaavamaisesti katsoen pitkä, suorakaiteen muotoinen kehys, jolla tukki lepäsi; kehys kokonaisuudessaan siirtyi eteenpäin kuljettaen tukin raamin läpi. Tukin kiinnittämiseksi käytettiin monenlaisia laitteita. Tavallisesti oli kelkan toisessa päässä kiinteä vastaosa, jossa esim. oli tukkiin tunkeutuvat piikit, jotavastoin tukin toinen pää vastasi liikkuvaan osaan, jota voitiin siirtää kehyksellä tukin pituuden mukaan ja joka voitiin kiinnittää sopivaan kohtaan kehyksellä. Senkautta, että liikkuvaa osaa voitiin siirtää molemmille sivuille, kävi sitäpaitsi mahdolliseksi liikuttaa tukkia kummallekin puolen samassa tasossa.

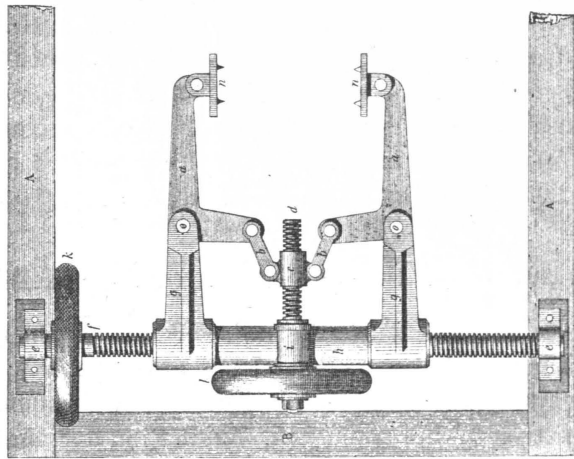
Tämäntapaisen tukinkuljetuskelkan joka on kotoisin Saksasta, on EXNER kuvannut. Se on tullut käytäntöön 1830-luvun tiedoissa.

Muöhemmin kehittyivät kelkat m.m. siinä suhteessa, että puut kiinnitettiin niihin puristavien sakaroiden avulla, ja että kiinnityslaitteet tekivät myös jossain määrin mahdolliseksi puun kääntämisen.

Kelkka-laitteella on etuna se, että puu voitiin siihen vakavasti kiinnittää ja että puun suunta voitiin koko sahausajan säilyttää samana, joten sahausrako saatiin suoraksi: Sen suurin vika taas oli suuri paino. Puut ovat raskaita ja tällaista suurta painoa kannattaakseen täytyi laitos tehdä lujaksi, jolloin sen paino luonnollisesti kävi sangen suureksi. Kelkan kuljetuksessa meni paljon käyttövoimaa hukkaan ja se onkin ehkä pääsyy, minkä vuoksi kelkka on joutunut pois käytännöstä.

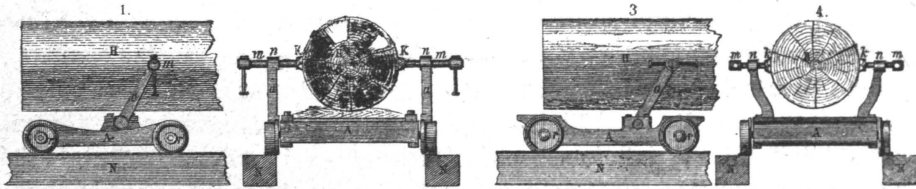
Kelkka oli samalla syöttölaite ja tukinkiinnityslaite. Ennenkuin kelkan sijaan voitiin ajatella sopivampia tukinkiinnityslaitteita, täytyi keksiä sellainen syöttölaite, joka oli kokonaan erillään tukinkiinnityslaitteesta. Tästä syystä tulevat nykyaikaisia muistuttavat tukinkiinnityslaitteet käytäntöön vasta 1700-luvun lopulla ja todennäköisesti ovat BRUNEL ja MAUDSLAY niiden keksijät.

Tätä ennen oli jo kuitenkin kehitetty sangen onnistuneita tukinkiinnittämistapoja, joista mainittakoon sentapainen pihti, jota nykyäänkin tukki-



Kuva 18. MOREL'in pihti.

vaunuissa käytetään. Se on ranskalaisen MOREL'in keksimä ja käytettiin sitä tavallisessa kelkkasiirtolaitteessa *). Sen rakenne ja muoto selviävät kuvasta 18. Kelkkakiinnitys oli kuitenkin käytännössä vielä senkin jälkeen kuin syöttövalssit olivat keksityt. Vasta RANSOME 1830-luvulla ymmärsi laittaa kiskotien ja kaksi tukkivaunua ja olivat aluksi sekä etuettä takavaunu samanlaiset. Voidaan tavallaan sanoa, että kelkka-suorakaiteen pitemmät sivut siis lopuksi korvattiin kiskoilla ja molemmat vasta-osat, joihin tukin päät kiinnitettiin, vaunuilla.



Kuva 19. RANSOME'n vaunut.

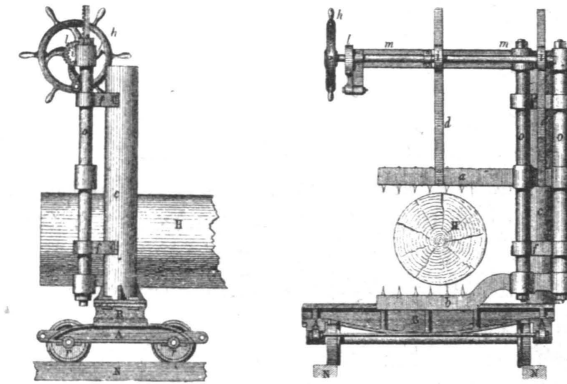
Tämä RANSOME'n vaunu näkyy kuvassa 19. Sen mainitsemme tässä yhteydessä suurella mielihyvällä senkin vuoksi, että RANSOME-suku on saanut aikaan paljon puunalostuskoneiden alalla. Tämän suvun omistama liike on valmistanut mainioita puunalostuskoneita ja STAFFORD RANSOME, eräs tämän suvun jäsen, on pari vuotta sitten julkaissut sängen arvokkaan teoksen puunalostuskoneista.

*) Tähän tarkoitukseen nim.

RANSOME'n vaunu sellaisenaan oli sängen alkuperäinen, sillä tukin liikuttaminen siinä oli hankalampi kuin monissa sitä ennen kehitetyissä kelkkalaitteissa.

Kun näin oli saavutettu nykyisen muodon ääriiviivat, alkoi pian kehittyä vaunuja, joissa tukin liikuttaminen nykyiseen tapaan oli mahdollista. On tarpeetonta esittää useampia renkaita tässä kehitysketjussa, voidaan tyytyä ainoastaan kahteen.

Kuva 20 on amerikalainen tukkivaunu SNYDER BROTHERS LTD:n Pennsylvaniasta U.S.A. tekoa. Se on jo laitos joka on melkein nykyistä muistuttavalla tasolla. Joitakin kömpelyyksiä siinä tosin vielä löytyy, esim. tukin kiinnittämiseen käytettävät piikit, jotka luonnollisesti vahingoittivat pintalautoja enemmän kuin nykyisessä puuta säästävässä sahauksessa voidaan sallia.



Kuva 20. SNYDER BROTHERS'in vaunut.

Nykyisissä tukkivaunuissa voidaan tukki, kuten tiedetään, kiinnittää yhdellä ainoalla otteella. Se voidaan senjälkeen ennenkuin se sahaan tulee kääntää kokonaan ympäri, joten puulle voidaan antaa, esim. mutkaan nähden, sahattaessa edullisin asema. SNYDER BROTHERS'in vaunussa tarvittiin tukin kiinnittämiseen kahdeksan pitkä-aikaista liikettä ja sen kääntäminen on mahdollinen korkeintaan $\frac{1}{4}$ kierrokseen. Tähän aikaan löytyi kyllä vaunuja, joissa tukki voitiin kääntää $\frac{1}{2}$ kierrosta, mutta ne olivat taas monessa muussa suhteessa hankalampia kuin SNYDER BROTHERS'in vaunu.

Tukin kiinnityslaitteilla on yleensä paljon suurempi merkitys sahaus-tulokseen kuin ensi silmäyksellä näyttää. Yleensä voidaan sanoa, että tätä seikkaa ei vielä 1850-luvuin tienoilla eikä useita vuosikymmeniä myöhemminkään käsitetty. Kehitettiin kehän liikutuskoneistoa, kehitet-

tiin syöttölaitteita j.n.e., mutta ei tultu ajatelleeksi sitä, kuinka paljon aikaa hukattiin epätarkoituksenmukaisten vaunujuokkien vuoksi. Kun tukki kiinnittäminen vaunuun, sen oikean aseman valitseminen y.m. toimenpiteet, jotka ovat suoritettavat siitä hetkestä kuin tukki on vaunuun pudonut siihen hetkeen kuin sahanterät sitä alkavat sahata, ennen aikaan vaati minuutin, jopa useitakin, tapahtuu se nykyisen tukki-vaunun avulla ainoastaan muutamissa sekunneissa, puhumattakaan siitä, että ennen tarvittiin useita miehiä, nyt ainoastaan yksi.

E. Syöttölaitteet.

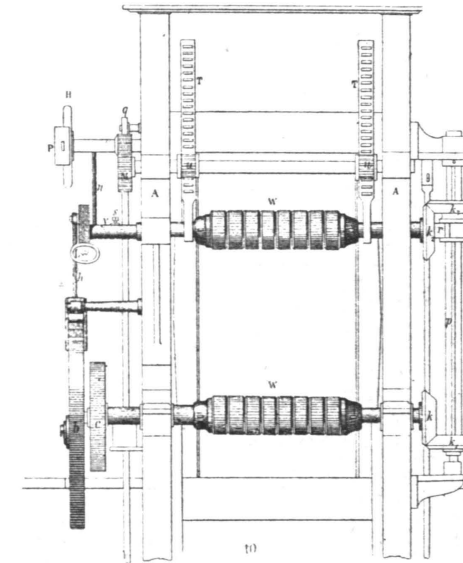
1) Vanhemmissa saharaameissa tapahtui syöttö siten, että tukki siirtyi eteenpäin silloin kuin saha siirtyi ylös. Sahan siirtyessä alas ja leikatessa oli puu paikallaan. 2) Sitä seuraava kehitysaste oli, että puu liikkuu terää vasten sahan leikatessa alaspäin, jotavastoin puu on paikallaan silloin kuin terä nousee ylös. 3) Kaikkein viimeiseksi ryhdyttiin koekilemaan jatkuvalla syötöllä, jossa tukki siis siirtyy eteenpäin raamin liikkeestä riippumatta.

1) Tähän ryhmään kuuluvat kaikki vanhemmat vesisahat ja täydellisimmän muotonsa ne ovat saavuttaneet n.k. venetsialaisessa vesisahassa, jolle oli ominaista, että tukki-vaunun siirtäminen tapahtui hihnan avulla ja että raamin ja vaunun liikkeet olivat välittömästi yhdistetyt toisiinsa, että vaunu liikkui eteenpäin raamin ylösnoustaessa ja että syötön pituutta ei voitu järjestää.

2) Kun edellisestä ryhmästä on siirryttävä tähän ryhmään, niin tullaan, kummallista kyllä pulaan siinä suhteessa, että ei voida löytää mitään sopivaa välimuotoa, jonka kautta siirtyminen edellisestä ryhmästä jälkimmäiseen on selitettävissä. Voisi mahdollisesti ajatella, että PHILIPPE'n raami olisi tämä »Darvinismin puuttuva välirengas», mutta niin ei, ikävä kyllä, ole asianlaita, syystä että jo ennen sitä oli olemassa MAUDSLAY'n chattam'-laisissa sahoissa 1800-luvun alkuvuosikymmeninä rakentama saharaami, jossa tämä syöttötapa oli otettu käytäntöön. Mahdollistahan voi olla, että PHILIPPEN saharaami ei olisi ollut itsenäinen vaan joku vanhempi Englannista hävinnyt muoto, mutta ainakaan ei siellä sellaista tunneta, vaikka patenttiselityksiä sahauskoneista on olemassa yllin kyllin, joten ehkä sittenkin voidaan pitää oikeana BARLOW'in teoksessaan *A Treatise on the Manufactures and Machinery of Great Britain* esittämää otaksunaa, että tähän syöttötapaan käytetyt laitteet olisivat kotoisin jostakin muusta koneesta, josta ne sitten sovitettiin sahauskoneisiin. Tämän otaksunan puolesta puhuu juuri se seikka, että 1800-

luvun alku ja 1700-luvun loppu olivat suurenmoista keksintöjen aikaa, jolloin kaikilla aloilla mietittiin uusia koneita. Keksintöjen historia toteaa muuten lukemattomissa tapauksissa, että koneita on käytetty tarkoituksiin, joista niiden keksijällä ei ole ollut aavistustakaan tai yhdistetty toisiinsa koneita, joita on aiottu käytettäväksi aivan eri tarkoituksiin.

Yllä mainittua MAUDSLAY'n saharaamia esittää kuvamme 21. Sen koneisto on, kuten helposti huomaa, siten järjestetty, että tukki siirtyy eteenpäin sahanterän liikkeessä alaspäin. Syöttö on siis keskeytyvä.



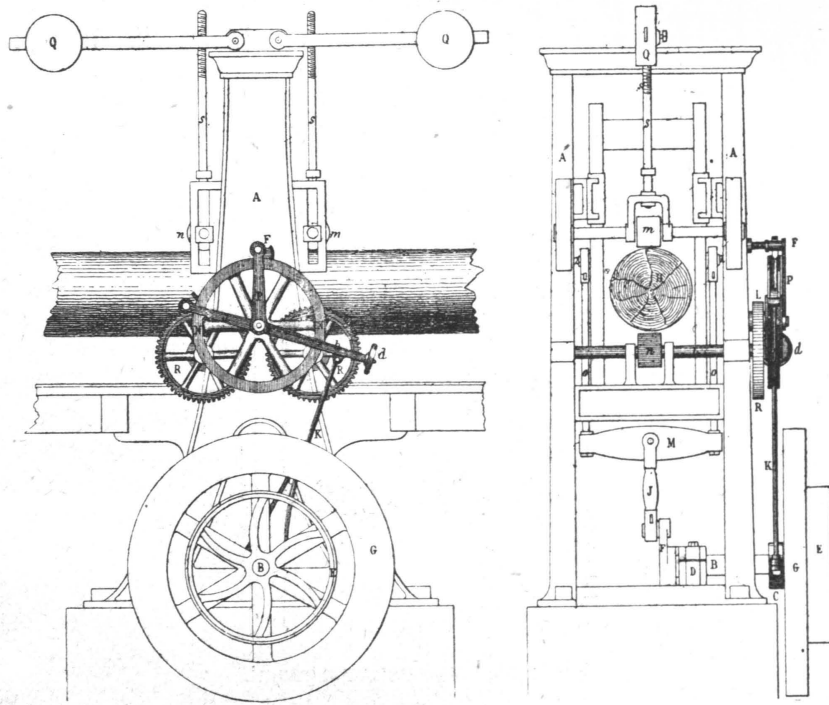
Kuva 21. MAUDSLAY'n raami.

Syöttöliike ja raamin liike ovat suoranaissessa yhteydessä toistensa kanssa. Raamin liike aiheuttaa myös samalla tukkikelkan liikkeen, joten tässä sahauskoneissa ei vielä ole käytetty tukki-vaunua, vaikka sen käyttö olisi siinä ollut täysin mahdollinen ja vaikka tätä raamimuotoa on juuri pidettävä sinä raamimuotona, joka antoi, niin sanoaksemme, viittauksen sellaisen tukki-vaunun keksimiseen, joka liikkui kiskotiellä.

Raamia tarkastaessa on pantava huomioon sen syöttövalssien muoto. Ne ovat nim. sängen suuressa määrin samanlaiset kuin vastaavat laitteet BOLINDER'in 1900-luvun alkupuolella konstruoimassa n.k. *standard*-raamissa. Myöskin ylävalssi on uurrettu, vaikka se oli ainoastaan painovalssi. Tämä seikka oli erehdys, sillä täten sahaus tuli hankalammaksi.

MAUDSLAY'n kehäsaha on muuten hyvin samantapainen kuin BENTHAM'in ja BRUNEL'in samoihin aikoihin suunnittelema. Siinä käytetty syöttökoneisto tuli siksi alkumuodoksi, josta Englannissa 1800-luvun alkupuolella kehittyivät kuuluisiksi tulleet englantilaiset saharaamit, joita vieläkin on käytännössä.

Sileän painovalssin käyttäminen on WORSSAM'in keksintöä. Hänen raamisahassaan eivät valsit kuitenkaan olleet yhtä pitkät kuin raami oli



Kuva 22. WORSSAM'in raami.

leveä, vaan paremmin voitaisiin niitä sanoa kapeiksi rulliksi. Alimmainen rulla on hammastettu, joten se työntää puuta eteenpäin. Tukki taas on kiinnitetty tukkivaunuihin, jotka liikkuvat tukin liikkeen perusteella. Raami muistuttaa siis, valssien muotoa lukuunottamatta, niitä raameja, jotka olivat käytännössä 1800-luvun loppupuolella.

Raami näkyy kuvassa 22. Siitä selviää m.m., että valsseja on kaikkiaan 4 kpl., siis 2 sekä raamin etu- että takapuolella. Raamin toiminta selviää helposti kuvan perusteella. Uurretut valssit (n) ovat kiinnitetyt kumpikin akseliin i, jonka päässä raamin toisella sivulla on hammasratas R. Näi-

hin kahteen hammasrattaaseen vastaa pieni hammasratas, joka on hakarattaan N akselin o keskipisteessä. Kiertokanki K panee liikkeelle vipuvarren a b ja tämä vipuvarren liike antaa hakarattaalle N nykäisevän liikkeen. Tämä liike voidaan järjestää ruuvipyörän d avulla siten, että vipuvarren b:n puolisen osan lyhetessä pyörän pyörähdys pienenee ja pidetessä suurenee. F taas on jarru, joka estää pyörää liikkeen jälkeen painumasta takaisin. Vipuvarren ab:n liikkeestä tulee siis koko syöttöliike riippumaan ja sen b:n puolisen osan pituudesta syötön pituus, siten, että, mitä pitempi b:n puoleina osa on, sitä pitempi on myöskin syöttö.

SAMUEL WORSSAM'in raami on hyvin yksinkertainen. Sen suurimpana vikana on mainittava pienet syöttörullat, jotka esim. mutkaisessa puussa kävivät kokolailla hankaliksi. Mutta itse aate ja koneiston yksinkertaisuus ovat tunnustusta ansaitsevat ja senvuoksi merkitseekin WORSSAM'in raami muotoa, jonka voi sanoa antaneen aiheita monen täydellisemmän muodon kehittymiselle. WORSSAM'in syöttötapa on saanut oman nimensä, *Silent-feed-motion* ja on se tavallaan, tietysti mitä suurimmassa määrin kehittyneenä vieläkin käytännössä. Valssivika, josta edellä mainittiin on taas hyvin helposti korjattu.

3) Jatkovaa syöttöä on yleensä pidetty 1900-luvun keksintönä ja onkin se sitä, jos tarkasti pidetään muodoista kiinni. Mielenkiintoista on kuitenkin tietää, että tämäkin seikka on jo 1800-luvun puolivälin tienoilla ollut kokeilun alaisena ja, että jo näihin aikoihin on tosiaankin löytynyt jatkuvalla syötöllä käyviä saharaameja, vaikka ne epätarkoituksenmukaisuutensa vuoksi ovat myöhemmin joutuneet unohduksiin.

Vakasuoraa raamia käytettäessä oli sängen yksinkertaista järjestää jatkuva syöttö siten, että puu asetettiin kelkalle, joka pantiin liikkeelle hihnan ja hihnapyörien välityksellä, jolloin luonnollisesti nopeus voitiin järjestää käyttämällä eri suuria pyöriä samaan tapaan kuin höyläkoneessa nykyään, jotavastoin taas toinen hihna pani liikkeelle raamin hihnapyörän.

Tällainen keksintö ei kuitenkaan täytä sitä ehtoa, jonka olemme tottuneet jatkuvalla syötölle asettamaan, nim., että myöskin tukin siirtymisen tulee tapahtua itse raamilla olevan koneiston kautta.

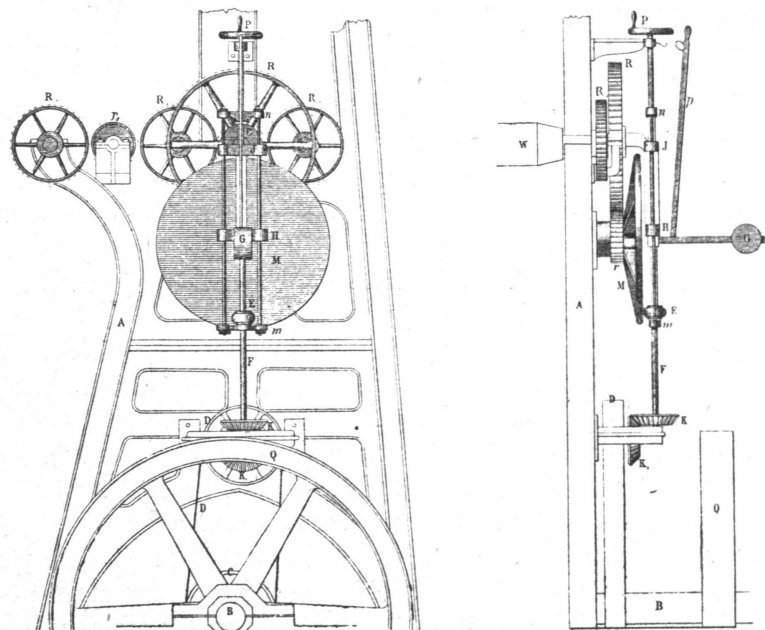
Suunnilleen samaa on sanottava WERNER'in 1846 käyttämästä jatkuvasta syötöstä. Siinä oli myös kelkan avulla järjestetty syöttö ja itse saharaami siis toimi syöttämättä. Uutta oli keksinnössä se, että siinä hammasrankojen liikkeet muutettiin jatkuviksi hankauspyörän avulla.

Sitavastoin on SNYDER BROTHERS'in jatkuvalla syötöllä varustettu raami siinä määrin nykyisiä muistuttava, että ilman muuta voidaan

sanoa, että *jatkuva syöttö on amerikalainen keksintö*, joka on tehty jo 1850-luvulla.

Tämä merkillinen kone, on siksi mielenkiintoinen, että on täysi syy se tässä perinpohjaisesti selittää. Sitä esittää kuva 23.

B on pääakseli. Sille on kiinnitetty hihnapyörä C, joka panee liikkeelle hihnapyörän D. Tälle on samakeskeisesti kiinnitetty koonillinen hammaspyörä K_1 , jonka hampaat vastaavat koonilliseen hammaspyörään K, joka on vaakasuorassa asennossa. Tämän hammasrattaan pyörivä liike joh-



Kuva 23. SNYDER BROTHERS'in raami.

tuu pystysuoraan akseliin F. Tälle on kiinnitetty nahkainen rengas E, joka voi liikkua ylös ja alas. E lepää levyn m päällä, joka on samalla suora-kaiteenmuotoisen kehyksen m:n alisivuna. Tämä kehyksen molemmat pituussivut ovat lieriönmuotoisia valurautaisia tankoja, jotka kulkevat vaakasuoran palkin I läpi. M taas on valurautainen pyörä, jonka ulkopinta (se, joka on kuvassa ulospäin) on tasainen. Jos E pyörii ympäri ja hankaa levyä M, niin saa se sen liikkeelle. Liike pääakselista johtuu, kuten jo ylläolevasta on selvinnyt nim. osien D, K, K_1 , F ja E kautta. M:n liikkeen kautta joutuu liikkeelle sen akseli ja sillä oleva hammasratas r, sen välityksellä R ja edelleen hammasrattaan r_1 välityksellä kolme

R_1 :lla merkittyä hammasratasta. Kunkin pyörän R_1 akselille taas on kiinnitetty uurretut valssit W.

Edelleen on huomattava, että E:n sijaitessa pyörän M ulko-osalla saadaan määrätty nopeus puun syötölle, jota voidaan lisätä sitä suuremmaksi, mitä lähemmäksi pyörän M keskipistettä E siirtyy. E:n siirtäminen taas tapahtuu pyörän avulla.

Kuten edelläolevasta näkyy, ei siis jatkuva syöttö saharaamissa ole uusi edes sanan nykyisessä merkityksessä. Kun verrataan SNYDER BROTHERS'in jatkuva syöttöä esim. siihen jatkuvaa syöttöön, joka on käytännössä BOLINDER'in *standard*-raamissa, niin täytyy sanoa, että edellä mainittu raami on ehdottomasti ollut alkumuoto edellisestä. Tällä ei suinkaan tahdota väittää, että BOLINDER'in raamin keksijä olisi tuntenut SNYDER-BROTHERS'in raamia. Asianlaita voi olla tässäkin yksinkertaisesti se, että pystysuora akseli siihen yhdistettyine hankauspyörineen voi olla kotoisin jostain muusta koneesta, joka on jo SNYDER'in aikoina ollut kehittymättömässä muodossa käytännössä. Monet teknilliset pikkuseikat, joiden yksityiskohtainen selittäminen tässä yhteydessä kävisi liika pitkäksi, ovat aiheuttaneet sen, että tämä raami, jonka aate oli sängen nerokas, joutui pois käytännöstä. Tärkein syy oli se, että raamin iskuluku oli tähän aikaan vielä siksi pieni, että oikeastaan ei tämäntapaista jatkuvaa syöttöä tarvittu. Sen kautta ei saavutettu sen suurempia sahaustuloksia kuin vanhempienkaan, jotavastoin esim. raami oli kalliimpi ja vaikeampi hoitaa. Muita syitä ei luonnollisesti tarvittukaan, sillä uusi konehan syrjäyttää pysyväisesti vanhan ainoastaan etevämyytensä perusteella.

III. Sahan ja saharaamin kehitykseen vaikuttavista seikoista sekä loppumietteitä.

Edellä on alettu yksinkertaisimmasta sahauskoneesta, käsisahasta. On todettu, että se on saanut alkunsa luonnossa löytyneestä esineestä. Käsisahan eri muotoihin, sen hammastuksen, hammasmuodon j.n.e. kehitykseen sekä syihin, mistä eri käsisahamuodot ovat saaneet alkunsa, ei ole puututtu, syystä, että sen kautta tutkimus olisi saanut aivan liika suuren laajuuden ja syystä, että aineiston hankkiminen tällaista tutkimusta varten olisi tuottanut aivan liika suuria vaikeuksia. Edelleen ei ole voitu saada selville koneellisen sahan alkuperäisintä muotoa eikä siis sen kotipaikkaa. Ne koneellisen sahan muodot, jotka edellä on alkumuotoina esitetty, ovat siksi monimutkaisia, että niiden ja käsisahan välillä on välttämättömästi täytynyt löytyä monivälimuotoinen kehitys, joka on tutkimisen arvoinen ja, josta esim. kehittymättömien kansojen keskuudessa tehdyn tutkimusmatkan kautta voisi saada selvää. Selvyyttä voisi luonnollisesti antaa myös vanhan kirjallisuuden tutkiminen.

Sen jälkeen kuin niihin koneellisen sahan alkumuotoihin on päästy, joita esiintyi 1300-luvulla, alkaa koneellisen sahan kehityksen seuraaminen käydä verrattain helpoksi, johon seikkaan vaikuttaa se, että sahoista alkaa löytyä yksityiskohtaisia selvityksiä ja osaksi sekin, että tällaisia, meidän nykyiseltä kehityskannaltamme sangen alkuperäisiä muotoja on säilynyt meidän päiviimme asti (esim. Sarvilahden saha).

Mitä laajemmalle koneelliset sahat leviävät, sitä moninaisempia muotoja ne saavat. Syntyy muotoja, jotka ovat riippuvaisia esim. käytettävän voiman laadusta, koskien erilaisesta putouskorkeudesta, sahattavien puiden lajista, mitoista, puun kovuussuhteista j.n.e. Syntyy paikallisia muotoja, jotka ovat kunkin paikkakunnan olosuhteissa sopivimmat. Hyvin paljon vaikuttaa tällaisiin paikkakunnallisiin muotoihin se, minkälaista raaka-ainetta kulloinkin on sahauskoneiden valmistamiseen käytettävissä. Siellä esim., missä ei rautaa ole käytettävissä, kehittyy muotoja, joissa sitä mahdollisimman vähän käytetään, rauta-alueilla taas teh-

dään enimmäen lujutta vaativia osia paljon suuremmassa määrin tästä metallista.

Tämän jälkeen taas seuraa uusi kehitysjakso. Paikkakunnallisia muotoja aletaan vertailla, ja siitä johtuu eri osien yhdistely. Tarkoituksenmukaisimpia osia eri koneista aletaan yhdistellä ja muutella ja täten saadaan aikaan kokonaan uusia koneita.

Seuraava kehitysaste on määrättyjen kehityskeskusten syntyminen. Jo luonnollisesti tätä ennenkin on ollut seutuja, joissa koneellinen sahaus on ollut enemmän kehittynyt kuin muualla, mutta kehityskeskusten syntymisellä tarkoitetaan tässä sellaisten keskusten syntymistä, joissa sahauskoneita aletaan määrätietoisesti kehittää. Tällaisiksi keskuksiksi muodostuvat ne paikat, joista puutavaraa hyvin voidaan kuljettaa tai joissa sitä suuressa määrin tarvitaan tai ne paikat, joissa nämä molemmat edellytykset ovat olemassa. Niinpä onkin sahauskoneiden kehitys Euroopassa sijoittunut aluksi pääasiallisesti Hollantiin ja Englantiin sekä Saksan hyvillä liikepaikoilla oleviin metsäisiin vuoristo-seutuuihin.

Kun sillä tapaa, kuten edellisessä on tehty, koetetaan esittää sahauskoneiden »kehitysoppia», niin on tällä pääasiallisimpana tarkoituksena todeta sekä sahauskoneisiin yleensä että niiden erikoisiin tärkeimpiin perusosiin nähden ne perusmuodot, joita yhdistelemällä tai kehittämällä nykyään käytännössä olevat sahauskoneet ovat syntyneet. Tällainen perusmuotojen tunteminen on erittäin tärkeä, sillä vasta niiden pohjalla käy myös mahdolliseksi uusien koneiden suunnitteleminen. Jos ajatellaan esim., että keskeytyvää syöttöä merkitään kirjaimella A ja sellaista keskeytyvää syöttöä, jossa liike eteenpäin tapahtuu sahan noustessa ylöspäin, kirjaimella a ja sellaista keskeytyvää syöttöä, jossa liike eteenpäin tapahtuu raamin siirtyessä alaspäin kirjaimella b, niin voitaisiin noille molemmille syötöille antaa merkit Aa ja Ab. Jos vielä jatkuvaa syöttöä merkitään B:llä, niin on meillä kolme merkintää Aa, Ab ja B, joiden perusteella tunnemme raamin ominaisuudet. Jos samantapaista merkintää käytetään raamin kaikille osille, niin voidaan raami karakterisoida lyhyesti kirjaimilla. Tällainen kirjainsarja esim. 3:sta raamista antaa lukemattomia kombinaatio-mahdollisuuksia, mutta ainoastaan rajoitettu määrä niistä sopii käytäntöön. Kukin tällainen käytäntöön sopiva malli kutsutaan *raamityypiksi* ja tällaisista tyypeistä voidaan lopuksi valita *standardityypit* eli ne tyypit, joita esim. kannattaa tehdasmaisesti valmistaa, sillä ne ovat tyypejä, joilla on varma kysyntä. Seuraavana asteena kehityksessä voidaankin mainita juuri tällaisten *standardityyppien* syntyminen. Hyvin tärkeänä tekijänä tällaisten stan-

dardityyppien syntymiseen on se, kuinka helposti valmistetut koneet menevät kaupaksi, ja senvuoksi tullaankin vähitellen ja voidaanpa sanoa 1850-luvun loppupuolella, siihen ajankohtaan, jolloin juuri kaupalliset seikat alkavat määrätä, mitä raamimuotoja on käytännössä. Tästä seikasta ovat hyvin hyvänä esimerkkinä Saksa ja Englanti. Englannissa oli raameja, joiden teho oli ehkä 3-kertainen Saksassa käytettyihin verraten, mutta niitä siirtyi Saksaan ainoastaan mitätön määrä sen vuoksi, että ne olivat kalliimmat hinnaltaan, jotapaitsi kuljetus, asian-tuntevan monttöörin tuottaminen ehkä Englannista asti y. m., vielä edelleen lisäsivät hintaa.

Kaupalliset näkökohdat vaikuttavat vielä toisellakin tavalla koneisiin yleensä ja siis myös sahauskoneisiin. Siellä, missä pääomia on vähän ja korkokanta on korkea, täytyy käyttää koneita kau'an. Tämä merkitsee osaksi sitä, ettei voida ottaa käytäntöön aina uusinta muotoa, joten on valmistettava tai hankittava koneita, jotka kestävät kau'an ja mahdollisuuden mukaan tyydyttävät kohtuulliset vaatimukset. Siellä taas, missä pääomia on runsaasti ja korkokanta on alhainen, käytetään koneita vähän aikaa, ne uudistetaan niin pian kuin vain tarkoituksenmukaisempi muoto ilmestyy. Tässä tapauksessa ei luonnollisesti koneita tarvitse valmistaa niin lujiksi ja kestäviksi kuin edellisessä tapauksessa. Selvää on myös, että konemallit tulevat tämän mukaan saamaan omat muotonsa kummassakin edellämaitussa tapauksessa.

Senjälkeen kuin, etupäässä 1850-luvun alusta alkaen, kaupalliset näkökohdat alkoivat vaikuttaa sahauskoneiden kehitykseen, alkoi syntyä konemuotoja, jotka tehtiin markkinatavaraksi ja tällaista markkinatavaraa alkoi ilmestyä Amerikkaan ja Saksaan.

Englannissa sitävastoin tällä niinkuin muillakin aloilla säilytettiin vanhoilliset muodot ja tästä syystä Englannissa alkoi kehittyä sellaisia koneita, jotka olivat valmistetut pitkä-aikaista käyttöä varten. Englantilaiset saharaamit tulivat tunnetuiksi lujuudestaan ja on meillä esim. vielä käytännössä 1860-luvulla valmistettuja saharaameja.

1850—60-luvun viimeinen kehitysvaihe oli erikoissaharaamimallien valmistaminen. Niimpä ryhdyttiin kokeilemaan saharaameilla, joilla voitaisiin sopivasti halkaista jo ennen sahattua järeämpää puutavaraa ja näin syntyi erikoinen malli saharaameja esim. puuseppä- ja laatikkoteollisuutta varten, joita on kutsuttu esim. Saksassa nimellä Kantholz-sägen, Schnittholz-sägen. Osaksi huomattiin jo sitäkin erikoistumista, mikä nykyään on täydellisesti saavutettu, nim. erilaisten saharaamien rakentamista suurelle ja pienelle puulle.

* * *

Minkälainen taas itse kehityksen kulku koneiden suhteen on ollut, siitä antanee edellä ollut yksityiskohtainen kuvaus jonkunmoisen käsityksen. Näin laajalla alalla on luonnollisesti täytynyt tyytyä valituihin perustyyppihin ja siitä, kuinka onnistuneesti ne on satuttu valitsemaan, riippuu tietysti, miten lähellä todellisuutta niiden kautta saatu kuva on. On kuitenkin mainittava, että tällaiset perusmuodot eivät ole olleet aivan sattuman varassa, sillä niiden arvon voi määrätä sen perusteella, mitä ne ovat vaikuttaneet yleiseen kehitykseen kukin alallansa. Edellä on osotettu, että useissa tapauksissa, joiden luetteleminen tässä yhteydessä on tarpeetonta, on voitu nimenomaan todeta muotoja, jotka silmännähtävästi ovat vaikuttaneet nykyisten, käytännössä olevien muotojen syntymiseen. *Ollaan siis täten todettu erinäisten perustyyppien merkitys tällä alalla.*

* * *

Näihin *perustyyppihin* olemme myös todenneet kuuluneen muotoja, jotka mitättömän vähän tai tuskin ensinkään ovat olleet käytännössä. Tämä seikka on erittäin tärkeä kaiken koneteollisuuden alalla ja tällä kertaa on tahdottu erikoisesti painostaa sen tärkeyttä sahauskoneteollisuuden alalla. Saksassa, Englannissa, Amerikassa, Ranskassa j.n.e. on otettu lukemattomia patenteja sahauskoneiden alalla. Tällaiset vanhat ja unohduksiin joutuneet keksinnöt voivat sisältää sangen paljon arvokasta ja nykyaikana käytäntöön sopivaa. Se, että joku keksintö ei joudu käytäntöön, ei suinkaan todista sen kelvottomuutta. Ja voidaanpa vielä sanoa, että keksintö, joka jollain hetkellä on mahdollon toteuttaa, voi olla mahdollinen jonakin toisena. Hyvin monen keksinnön toteuttamisen on tehnyt mahdottomaksi esim. se, ettei ole ollut saatavissa tarpeeksi lujaa raaka-ainetta. Tämä esimerkki soveltuu sangen hyvin m.m. SNYDER BROTHERS'in jatkuvalla syötöllä varustettuun raamiin. Moni ennenaikaan tehty keksintö sahauskone-alalla olisi voinut näyttää aivan toiselta, jos olisi ollut käytännössä kuulalaakeri j.n.e. Tästä syystä olisi erittäin tärkeätä, *että sahaus koneiden historiaa ruvettaisiin suunnittelemaan.*

Tällaisen historian laatiminen ei suinkaan ole merkitystä vailla. Se tuottaisi todennäköisesti myöskin käytännöllisiä tuloksia, sillä se voisi vetää esille aatteita ja konstruktioita, joiden toteuttaminen aikoinaan on ollut mahdoton, mutta, joka kenties nykyisillä edellytyksillä käy päinsä: Jos esim. SNYDER BROTHERS'in jatkuvalla syötöllä varustettu saharaami olisi ollut yleisemmin tunnettu, niin ei ole epäilystäkään siitä, että jatkuvalla syötöllä varustetut raamit olisivat tulleet käytäntöön vuosikym-

meniä aikaisemmin kuin mitä on tapahtunut. Jos WERNER'in jatkuvalla syötöllä varustettu kehys olisi ollut aikaisemmin tunnettu, niin olisivat särmäyssirkkelit ja höyläyskoneet mahdollisesti pikemmin saavuttaneet nykyisen tasonsa; ainoastaan muutamia esimerkkejä mainitaksemme.

Toistaiseksi ratkaisematon kysymys raamisahassa on sahanterien poistaminen ja lähentäminen toisistaan ilman, että ne irroitetaan raamista. Jo tältä alalta tehdyt kokeet kannattaisi vetää päivänvaloon, sillä kenties voitaisiin näistäkin jotain hyötyä.

Vannesahan käyttö raamisahan asemasta suurien puiden sahaukseen on ollut päämäärä, jota ei vielä ole saavutettu. Voi olla mahdollista, että kokeet ovat epäonnistuneet yksinkertaisesti sen vuoksi, ettei ole osattu valmistaa kyllin hyviä teriä, joten siis tässäkin tapauksessa olisi syytä kaivaa vanhat kokeet esiin.

* * *

Senjälkeen kuin ylläoleva oli kirjoitettu, on faneriteollisuus alkanut huomattavassa määrin laajentua meidän maassamme. Myös tällä alalla on monta ratkaisematonta kysymystä, joista ehkä tärkein meidän oloissamme on faneriksi sorvattavan pölkyn kiinnittäminen siten, että se osa, jota ei voida faneripuuksi sorvata, jää mahdollisimman pieneksi. Myös tällä alalla on olemassa ennen käymätön keksintö, joka perustui siihen, että fanerilevy otettaisiin samaan tapaan kuin lastu otetaan lyijykynästä sitä teroitettaessa. Kuka tietää, eikö tälläkin alalla olisi vanhoja keksintöjä, joita voitaisiin käyttää hyväkseen, kun tunnettaisiin niiden yksityiskohdat ja osattaisiin niitä parantaa.

* * *

Se, mitä yllä on esitetty, antanee jonkunlaisen käsityksen siitä, millaiset seikat ovat vaikuttaneet sahan ja saharaamin kehitykseen. Samalla selvinnee ylläolevasta, että saharaamin ja sen osien eri kehityksasteiden ja tyyppien tutkiminen on puun mekaanisen teknologian kannalta mitä tärkein tehtävä, johon ensi tilassa on käytävä käsiksi. Tutkimusala kokonaisuudessaan on luonnollisesti sängen laaja, mutta sen jakaminen eri osiin ja kunkin erikoiskysymyksen tarkka punnitseminen tehnee mahdolliseksi tällaisen tutkimuksen suorittamisen, varsinkin, jos se tehdään kansainväliseksi.

Olisi siis saatava aikaan kansainvälinen yhteistyö tällä alalla. Tämä on siitäkin syystä toivottavaa, että ainoastaan yhteistyön kautta käy

mahdolliseksi koota se laaja aineisto, joka tällä alalla on olemassa. Kun joku sopiva instituutti on tämän aineiston kerännyt, niin se voisi antaa sen julkaisemisen jonkun komitean tai yksityishenkilön tehtäväksi. Tällöin voitaisiin mahdollisesti muutamassa vuodessa saada valmistetuksi suurjulkaisu, joka aina voisi antaa niille henkilöille, jotka sahauskonealalla työskentelevät, mitä tarkimmat tiedot siitä, mitä kunkin erikoiskysymyksen alalla on aikoinaan saavutettu.

Luettelo käytetystä kirjallisuudesta.

- ANDERSON, N., Geschichte des Handels. V.
 ARMENGAUD AÎNÈ, *Publication industrielle de machines. III. Paris 1843.*
 ARMENGAUD, L., *Génie industriel. Paris 1865.*
 BAILEY, W., *The advancement of arts, manufactures and commerce. London 1772.*
 BARLOW, A., *A Treatise on the Manufactures and Machinery of Great Britain. (Encyclopaedia Metropolitana XLI).*
 BECKMANN, J., Beiträge zur Geschichte der Erfindungen II.
 BELIDOR, *Architecture Hydraulique, avec Notes par M Navier. Paris 1819.*
 BENTHAM, elämäkerta: *The Life of Brigadier General Sir Samuel Bentham, London 1862.*
 BEYER, LEUPOLD, *Theatrum machinarum molarium. Leipzig 1735 ss. 114—116.*
 BLACK, LE, *Recueil des Machines II, 2. 1832.*
 BRESLAUN kaupungin historia: Breslau, dokumentierte Geschichte und Beschreibung. Breslau 1788, II, 2.
 BRUNEL, elämäkerta: *Memoir of the Life of Sir Marc Isambard Brunel, London 1862.*
 CADAMOSTO, matkakertomus *Novus orbis'essa*, luku VI.
 CRAGIUS, N., *Historia regis Christiani III, Hafniae 1737.*
 DESCRIPTION of the *Saw Mills and Machinery for Raising Timber, Chattam Dock-Yard. London 1820.*
 DOSSIE, ROBERT, *Memoirs of agriculture and other oeconomical arts. London 1768.*
 EVANS, W., *Young Millwright and Millers Guide. Philadelphia 1821.*
 EXNER, W. F., *Werkzeuge und Maschinen zur Holz-Bearbeitung, der Construction, Behandlung und Leistungsfähigkeit. Weimar 1872.*
 GERSTNER, Joseph Ritter von, *Lehrbuch der Mechanik. II.*
 GREGORY, L., *Mechanics. 1807. II.*
 HASSENFÄRTZ, R., *L'art du Charpentier. Paris 1804.*
 HOLTZAPFFEL, CH., *Turning and mechanical manipulation. London 1843—1850.*
 KLEMM, J., *Werkzeuge und Waffen, Leipzig 1854.*
 KRÜNITZ, *Encyklopädie, Theil 130.*
 LOOSJES, C., *Beiträge zu einer Geschichte der Windmühlen. 1797.*
 MAKELÄ, V. T. *Sahan ja sahauskoneiden alkukehityksestä (Suomen Paperi- ja Puutavaralehti 1922).*
 OVIDIUS, P. *Ovidii Nasonis Metamorphoseon. Erklärt von Moritz Haupt. Berlin 1878.*
 PERITSOL, ABRAHAM, *Itinera Mundi 1547, (Rühlman'in muk.).*
 PRODICUS, HERCULES. *Coloniae. 1609. VIII. (Rühlman'in muk.).*
 RICHARDS, J., *A treatise on the construction and operation of wood working machines by J. Richards. New-York and London, 1872.*

- RICHARDS, *Operators handbook. New-York and London, 1873.*
 ROMBERG, H., *Zeitschrift für praktische Baukunst 1854.*
 ROSBERG, STRATA A, *Dessius artificiaux de toutes sortes de Moulines. 1617.*
 RÜHLMANN, M., *Allgemeine Maschinenlehre II. Wien 1865.*
 SOCIETE d'encouragement, *Bulletin d'encouragement 1832 et 1834. Paris.*
 SOCIETY OF ARTS, *London, Bulletin 14 v. 1827.*
 STURM, LEONHARD CHRISTOPH, *Vollständige Mühlenbaukunst mit 51 nach geometrischen Regeln entworfenen Kupfertafeln deutlich vorgestellt. 6 Auflage. Nürnberg 1819.*
 WESSELY, I., *Die venezianische Brettmühlen der Piavathäler. Oesterr. Vierteljahrsschrift für Forstwesen X Band. 1860. ss. 134—146.*

Features in the Early Development of Saws and Saw Frames.

SUMMARY.

The author first briefly reviews the mythological stories of the origin of the saw. After presenting the *Attalus* and *Daidalos* fables as examples of what great importance was given the saw as a working tool, and how as early as 500 B.C. the origin of the saw could be derived from some pointed or toothed natural objects — from the jaw-bones of fish or from their spines, or from other such parts of animal bodies — the author then transfers his attention to the ideas of *Plinius*, *Seneca*, and *Ovidius* in the matter, who also confirm the previously mentioned legendary hypothesis.

After this the earliest stories of the kind of saws that savages have used are given. Of these there are mentioned the narration of *Cadamosto* (1432—1511) describing how the natives on the western coast of Africa in the neighborhood of the Gambia River used the sharp-toothed jaw-bones of sharks as saws, and among others also the account of *Klemm* of the fact that the natives of Marquesas and other islands as late as 1840 still used saws that had been constructed from hard wood into which teeth of sharks had been imbedded, or which had been constructed by joining together sections of sharks' jaw-bones.

In view of these and other facts the author considers it evident that such toothed natural objects as mentioned in the foregoing have been the forerunner of the saw, and in this connection refers to the hypothesis of *Barlow* that a damaged blade instrument may also have been the origin of the saw, especially in such localities where sufficiently strong natural objects were not available.

After this the development of the metal saw considered, of which mainly the following is described. *Exner* and *Mäkelä* mention that the ancient Egyptians already used a real steel saw. From the descriptions

of *Wilkinson* appears that they were acquainted with the ordinary carpenter's saw and the plank-saw. It is noted that later the ancient Greeks were acquainted with the most important forms of modern hand saws, and the excavations of *Herculeum* and *Pompeii* give a good conception of the working tools used by the Romans. The Chinese and Japanese must also be mentioned in speaking of the history of the saw. They also have been acquainted with the saw for many thousands of years, and have developed it into very practical forms. Thus, the Japanese have observed that a saw should have a different kind of tothing, depending on whether it is to be used for cutting along or across the fibre. In addition, the measurements of the teeth are very close to those of the present time, that have proven adaptable.

The use of the sawing machine is demonstrated to have commenced much later, and the earliest one of this kind is mentioned as being described in the travel narrative of *Ausonius* during the fourth century. It was a water-saw, which was used for sawing stone. During the eleventh century there were well-developed saws operated by wind in Holland already, and from this time onward the history of the saw is clearly authenticated in documents. For instance, the saw-mill that existed in Augsburg in 1337 is known, as well as the sawing establishments started at Madeira in 1420, etc. During the sixteenth century sawing machines are common in Germany and Holland, and at this time they spread into many other commercially developed countries of Europe. With regard to Sweden, which at this time was the mother-country of Finland, it was *Juhana III* who, in a way, laid the foundation for the Swedish sawing industry by organizing the first mechanical sawing establishment there. But even before this, hand-sawn lumber had been one of the most important export articles of Sweden, and it is to be noted that the meaning of *Juhana III* in this respect is only indirect, because he needed the products of the saw-mills for building churches and castles. The example of *Juhana III*, however, gave a powerful impetus to the mechanical sawing industry of Sweden, and he directly brought about in certain respects that the construction of water-driven saws was learned in Finland.

In the out-door museum of Seurasaari there is found the Sarvilahti saw-mill, established at Sarvilahti during the seventeenth century, which gives a clear conception of what sawing plants were like at this time.

In this, as well as in other saws of this period, only one blade could be fastened to the frame. The installation of more blades was probably

invented in Holland, and the first saws of this kind were constructed by *Cornelius Cornelisz van Uitgeest* in the fifteen-nineties.

Sawing machines have come to England from Holland. The first wind-driven saw-mill was built near London in 1633, and the first patent »for Erecting Saw Mills to move by Wind and Water» was given to the *Duke of Abermale* in 1687. Sawing machines developed rapidly in England during the eighteenth century. Thus, according to *Bailey*, more than 300 patents were issued in this line during the period 1750—1825. During the latter part of the eighteenth century there then appeared in England *Sir Samuel Bentham* and his assistants, *Isambard Brunel* and *Henry Maudslay*, whose merit in the creation of those mechanical forms that have been the forerunners of machines used in the present sawing industry is greater than that of any others, even to such an extent that they may be called the fathers of modern saw technique.

In France also, much was done along these lines during the eighteenth century, and in this connection *Belidor* and *Duhamel du Monceau* are mentioned.

The different kinds of water-saws reached high perfection in Germany also, and in addition, during the first part of the eighteenth century literature also developed, of which the work of *Sturm*, published in 1819, is mentioned.

The description of the evolution of sawing machines, which follows after this, contains principally a narration of the development of its individual parts, such forms having been taken into consideration that have advanced the development of the sawing machine.

The presentation is divided into the following parts:

- A) The frame and its sliding devices.
- B) The fastening of the blade into the frame.
- C) Appliances for fastening the timber to be sawn.
- D) Feeding appliances.

Of the frames, *Sturm's*, *von Gerstner's* and *Brunel's* are described. In *Sturm's* frame special attention is devoted to the slide-rolls used therein, and in *von Gerstner's* frame to the sliding parts, made of hardwood, that are used therein; in *Brunel's* frame, on the other hand, to its well-developed and strong construction.

After this attention is devoted to more developed forms, of which are mentioned among others the frames of *Dubourg*, *Ehman*, *Knowles*,

Paupie, *Nattland*, etc. At the same time the sliding systems are followed as far as the sliding chisel-system of *Teltschik*. Lastly a frame is mentioned that is described by *Exner*, which reminds very much of the present existing ones.

In the presentation of the subject it is established that there formerly has been in use, or that formerly there has been proposed very adaptable forms, the use of which has been discontinued for the reason that the obtaining of suitable raw materials was difficult and expensive, so that many beneficial inventions thus have become discarded for such reasons, and have been completely forgotten or are left awaiting for a more suitable time.

In describing the fastening of blades to the frame several different devices are described, for instance the hangings of *Kankelwitz*, *Boileau*, *Brunel* and others, and after that of the more developed forms those of *Teltschik* and *Topham* the wedge-hangings of the latter-mentioned which is still in use.

The first mentioned hanging, devices had that in common, that the anchor-plank was of one piece, wherefore the hangings in one way or another partly or altogether circumscribed it; and only after the discover of making the anchor-plate from two parallel pieces did the fastening method in use at the present time become possible.

In describing the driving of the frame, attention is given to the quality of the crank-shafts and their effective points, and to the driving of the frame in general, in connection with which it is demonstrated that the machinery for driving the saw-frame early attained forms which differ very little from the existing ones and that generally in this, as well as in many other fields, the obtaining of sufficient strength has become the chief object; and that the development of the crank-shaft has advanced hand in hand with the increasing of the strokes of the frame.

In speaking of the devices for fastening the log, commencing with the so-called »sleigh» and after passing through several intermediary forms *Ransome's* carriage is described. At the same time those possibilities of movement that are peculiar to each type of carriage have been taken into consideration and it is proven that the devices for fastening the log have a much more important bearing with regard to sawing than was believed before the middle of the nineteenth century. Speed especially in this relation is important, and just the reaching of high speed has been the goal of inventors.

In describing feeding devices a differentiation is made between those

where 1) the log moves forward while the saw moves upward, 2) the log moves forward while the saw cuts, and 3) continuous feed. The firstly mentioned method was general in the so-called Venetian saws for instance, and the secondly mentioned method represents a higher development. The most important types of appliances for obtaining this kind of feed are described. In the field of continuous feed 3) *Werner's* continuous feed is mentioned, which in an improved form is used in planing machines and circular saws for instance; it is shown that the continuous feeding of a saw frame was invented by *Snyder Brothers*, and therefore is an American invention.

The author lastly calls attention to the fact of what great importance is the most detailed study of sawing machinery. Many things which formerly were undifferentiated, such as the inferiority of raw materials, insufficient use of electricity in the industry, the unfamiliarity with ball-bearings as well as that of chain-gears, etc. has caused that many important inventions in the sawing industry have not been adopted into use. Old patent descriptions, descriptions of old machinery, etc. undoubtedly contain many facts which it would be worth while to take into consideration, and the author mentions some such examples. On the basis of this the author expresses a wish that the development of sawing machines should be investigated more carefully, when not only machines that have had a significance, but also those that have been proposed, should be studied. This kind of research work would have a very important practical meaning, in the opinion of the author, if in studying the individual and most important parts of the machinery it would be possible to observe what different forms have been proposed during different periods of time for each part of the machine. But, in addition, it would be beneficial also to gather very general descriptions of sawing machines, because by their aid also it may be possible to arrive at forms which in some manner may be more advantageous than those of the present time.