METSÄTEHO

SUOMEN PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDEN KESKUSLIITON METSÄTYÖNTUTKIMUSOSASTO
The Forest Work Studies Section of the Central Association of Finnish Woodworking Industries

Julkaisu n:o 43 — Publication No. 43

PUUTAVARANIPPUJEN SIIRTO VOIMALAITOKSILLA ATROSTA JA PUNTARIKOSKELTA TEHTYJEN HAVAINTOJEN PERUSTEELLA

KALLE PUTKISTO

THE MOVING OF TIMBER BUNDLES AT HYDROELECTRIC POWER STATIONS. OBSERVATIONS MADE AT ATRO AND PUNTARIKOSKI

Summary in English

HELSINKI 1960

METSÄTEHO

SUOMEN PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDEN KESKUSLIITON METSÄTYÖNTUTKIMUSOSASTO
The Forest Work Studies Section of the Central Association of Finnish Woodworking Industries

Julkaisu n:o 43 — Publication No. 43

PUUTAVARANIPPUJEN SIIRTO VOIMALAITOKSILLA ATROSTA JA PUNTARIKOSKELTA TEHTYJEN HAVAINTOJEN PERUSTEELLA

KALLE PUTKISTO

THE MOVING OF TIMBER BUNDLES AT HYDROELECTRIC POWER STATIONS. OBSERVATIONS MADE AT ATRO AND PUNTARIKOSKI

Summary in English

HELSINKI 1960

HELSINKI 1960

J. SIMELIUS'EN PERILLISTEN KIRJAPAINO OY

SISÄLLYS

Sivu

Yleistä 5

I Nippujen uitto voimalaitokselle 6

Nippu-uittoväylälle asetettavia vaatimuksia 6

Havaintoja nippukuljetuksen ajanmenekistä 13

II Voimalaitoksen ohittaminen 24

Erilaiset ohittamismahdollisuudet 24

Ohittamisen järjestely Atrossa ja Puntarikoskella 27

Havaintoja nipunsiirtotyön ajanmenekistä 31

Nipunsiirtotyön tuotos ja siihen vaikuttavat tekijät 34

Nipunsiirtotyön järjestelyssä huomioon otettavia tekijöitä 36

Summary in English 39

Kirjallisuutta 40

Yleistä

Kuten tunnettua, puutavaran nippu-uittoon liittyvät ongelmat ovat sekä uittajapiireissä että voimalaitosmiesten keskuudessa olleet viimeisten vuosien aikana jatkuvan pohdinnan kohteina. Nippu-uitto — silloin kun se voidaan suorittaa nippuja välillä purkamatta — on osoittautunut sekä teknillisessä että taloudellisessa mielessä edullisimmaksi puutavaran vesitiekuljetuksen muodoksi.

Uittajille nippu-uitto tarjoaa monia etuja: maakuljetuksen niveltäminen uittoon auto-, traktori- ja jäälläniputusta käyttäen on osoittautunut halvaksi ja helpoksi toteuttaa, hinauskustannukset avolauttahinaukseen verrattuna halpenevat, erottelukustannukset pienentyvät, uppoamishukka vähenee, pääosa tavarasta säilyy paremmin ja muutoin uittoon kelpaamaton tavara saadaan »korkkipuiden» avulla uitetuksi. Lisäksi nippujen varastointi tehtailla vaatii vähemmän varastotilaa ja on usein halvempaa ja helpompaa kuin irtotavaran varastoiminen.

Voimalaitosten rakentamisesta johtuen useiden uittoväylien luonne on olennaisesti muuttunut ja vastaavia muutoksia on tapahtumassa lisää. Väylissä, missä virtaava vesi aikoinaan kuljetti puutavaran, on käytettävä konevoimaa tavaran saamiseksi eteenpäin. Lisäksi jokainen voimalaitos muodostaa esteen, joka on tavalla tai toisella ohitettava. Nämä haitat ovat parhaiten eliminoitavissa juuri nippu-uitolla. — Toisaalta voimalaitosten rakentaminen tavallisesti lisää väylien kulku-

syvyyttä ja vähentää veden korkeusvaihteluita, mitkä helpottavat nippu-uiton toteuttamista.

Voimalaitoksille nippu-uitosta koituva hyöty pohjautuu veden säästöön ja välppien puhdistuskustannusten vähentymiseen. Niput ovat näet siirrettävissä voimalaitoksen ohi muilla menetelmillä kuin irtopuiden laskussa käytettävällä, vettä kuluttavalla uittokourulla.

Kun seuraavassa käsitellään eräitä nippujen siirtoa voimalaitoksilla koskevia kysymyksiä, se suoritetaan pääasiassa Metsätehon Atrossa v. 1957 ja Puntarikoskella v. 1958 suorittamien tutkimusten perusteella.

— Tutkimuksista ensiksi mainitut tehtiin Oulujoki Oy:n ja jälkimmäiset Oulujoen nippu-uittotoimikunnan toimeksiannosta ja kustannuksella.

I Nippujen uitto voimalaitokselle

Nippu-uittoväylälle asetettavia vaatimuksia

Kuten tunnettua, olennaisin tapa kuljettaa nippuja on niiden hinaaminen joko jonolautoissa tai avolautoissa (»mullikkalautoissa»). Hinaamista joudutaan käyttämään aina silloin, kun veden virtaaminen on vähäistä.

J o n o l a u t t o j e n etuja avolauttoihin verrattuna ovat seuraavat:

— Hinausvastus on pienempi puutavaran kuutioyksikköä kohti niin, että tietyntehoisella hinaajalla kyetään jonolauttamuodossa kuljettamaan joko suurempia kuormia kerrallaan taikka suorittamaan hinaus nopeammin.

— Koossapysyminen on parempi, joten myrskyjen aiheuttamat vahingot jäävät vähäisemmiksi.

— Lautta mahtuu helpommin kapeikoista ja tarvittaessa se on helpommin ja nopeammin jaettavissa määräsuuruisiin osiin kapeikoiden läpäisemiseksi.

A v o l a u t t o j e n etuna taasen on pidettävä niiden nopeampaa ja yksinkertaisempaa kokoamista ja hajoittamista tapauksissa, joissa kuorma on milloin nostureiden, milloin nippujen irtouiton vuoksi hajoitettava ja hinausmatkat ovat lyhyehköjä. — Vaikuttaa kuitenkin siltä, että jonolauttojen käyttö yleistyy myös niissä vesistöissä, joissa aikaisemmin on turvauduttu pelkästään nippu-avolauttoihin.

Virtaavissa väylissä on mahdollista käyttää n i p p u j e n i r t o u i t t o a. Tämä onkin ilmeisesti sangen varteen otettava menetelmä silloin, kun on rakennettava keinoväyliä ja niiden leveys halutaan

Kuva 1. Atron voimalaitokselle johtava nippu-uittoväylä.

kustannussyistä pitää mahdollisimman pienenä tai väylä on luontaisesti hyvin sille soveltuva.

Riippumatta nippujen kuljetustavasta on tärkeätä, että tavaran niputtamispaikasta alkaen niput voitaisiin purkamatta kuljettaa määränpäähän asti. — Purkaminen ja uudelleen niputtaminen maksaa näet tapausta kohti n. 50 . . . 70:— mk/k-m³, joten nippu-uiton tuottama hyöty menetetään jo muutamalla nippujen purkamiskerralla. — Valitettavasti monet väylät ovat vielä keskeneräisiä yhtämittaisen nippukuljetuksen kannalta.

Seuraavassa tarkastellaan hieman yksityiskohtaisemmin nippu-uittoväylälle asetettavia vaatimuksia eri kuljetustapojen kannalta. Se suoritetaan pääasiassa Atron voimalaitokselle johtavasta Korpijärvi—Karsanjärvi välisestä väylästä (kuva 1) tehtyjen havaintojen perusteella.

Väylän s y v y y s v a a t i m u s riippuu luonnollisesti nippujen uimissyvyydestä. Se puolestaan on riippuvainen nippujen koosta ja tavaran kuivuusasteesta. — Nippujen keskisuuruudet osoittautuivat Atrossa ja Puntarikoskella seuraaviksi.

Taulukko 1

Nippujen keskisuuruudet Atrossa ja Puntarikoskella

Tavaralaji	Nippujen keskisuuruus, k-m³	
	Atro	Puntarikoski
Havutukkiniput	15.2	15.1
Vanerikoivuniput	9.0	13.5
Paperipuuniput	9.8	12.1
Sekaniput	9.9	—
Keskim.	10.8	12.9

Käytännön mittoihin muunnettuina esim. Atron paperipuunippujen kuutiosisältö oli n. 14.1 p-m³, Puntarikosken paperipuunippujen sisältö

n. 17.5 p-m³, havutukkinippujen sisältö n. 355 j³ (tekn.) ja koivunippujen sisältö n. 442 j³. — Atron niput olivat erikoisolosuhteista johtuen normaalia pienempiä. Lähinnä Puntarikosken nippuja voidaan pitää normaalikokoisina.

Nippujen päiden korkeuden keskiarvoksi sekä keskim. uimissyvyydeksi todettiin Puntarikoskella seuraavat arvot.

Taulukko 2

Nippujen korkeus (kummankin pään korkeuden keskiarvo) sekä uimissyvyys Puntarikoskella

Nippulaji	Korkeus, sm		Uimissyvyys, sm	
	Ääriarvot	Keskim.	Ääriarvot	Keskim.
Pinotavaraniput	138 ... 284	175.5	75 ... 136	103.5
Tukkiniput	153 ... 201	173.9	115 ... 150	132.4

Taulukon arvojen perusteella voidaan päätellä, että tukkinippujen uimissyvyys on keskim. n. 30 sm suurempi kuin pinotavaranippujen ja että suurin uimissyvyys oli 150 sm. Kun uiton aikana jotkut niput saattavat vettyä siinä määrin, että niiden pinta on suunnilleen veden pinnan tasossa, tulisi nippu-uittoväylän minimisyvyy-

Kuva 2. Nippu-uitto asettaa sangen korkeat vaatimukset uittoväylän laadulle. Syvyyden tulee olla vähintään 2.2 m. Yhden nippusäikeen leveys on n. 7 m ja tavallisesti kuormassa on 4 säiettä rinnakkain, joiden pitäisi mahtua estettä kulkemaan. Väylän mutkat vaikeuttavat hinausta ja rajoittavat kuorman pituutta. — Kuvassa Atroon johtava uittoväylä, joka on osoittautunut vaikeaksi yhden säikeen kuormiakin hinattaessa. — Valok. Metsätebo.

den olla vähintään 2.2 m laskettuna veden pinnan alimmasta tasosta uittokauden aikana.

Tarkasteltakoon seuraavaksi nippuväylän leveyttä (kuva 2). Leveyskysymys kytkeytyy läheisesti väylän suoruuteen, sillä kaarteet lisäävät tuntuvasti leveydentarvetta. Tunnettuahan on, että jonolautta »kiemurtelee» ja »oikoo». Mutkalle taipumista tapahtuu erityisen runsaasti silloin, kun väylän veden virtaamisnopeus on suuri. Jos veden nopeus ylittää hinaajan »virrattoman» paikan hinausnopeuden, kuljetus muuttuu »koskenlaskuksi» ja kuorman ohjaaminen kapeassa väylässä käy miltei mahdottomaksi.

Pienimpänä mahdollisena nippukuorman leveytenä voidaan pitää yhden säikeen leveyttä (2 nippua à n. 3 . . . 3.5 m rinnakkain), joka on n. 6 . . . 7 m. Seuraavat kysymykseen tulevat kuorman leveydet ovat kaksi säiettä eli n. 14 m, 3 säiettä eli n. 21 m ja 4 säiettä eli n. 28 m. — Jos jonokuormat tehdään puomien avulla, on mahdollista käyttää myös muita kuorman leveyksiä.

Ennen Atron voimalaitoksen rakentamista uitettiin kaikki puutavara Korpijärvestä Syvärijärveen luonnonväylää pitkin irrallaan. Voimalaitoksen valmistuttua alkuosa väylästä säilyi (kuva 1), nim. n. 3 km pituinen osa Korpijärvestä Kalliokoskeen. Kalliokoskesta eteenpäin kaivettiin n. 3 km pituinen kanava, joka päättyy patoamisen johdosta järveksi muuttuneeseen Suursuohon. Siitä on alettu käyttää nimeä Karsanjärvi ja voimalaitos sijaitsee sen eteläpäässä. Voimalaitokselta väylä jatkuu kaivettuna kanavana Syvärijärven Karsanlahteen (kuva 3). — Veden korkeudesta uiton aikana on tehty sopimus, jonka mukaan alin liikennöimiskorkeus NN + 109.70 on saavutettava Korpijärvessä viimeistään kahden viikon kuluttua jäiden lähdön jäl-

Kuva 3. Karsanlahdella oleva vastuupuomi, jolle Atrossa padon yli siirretyt niput kerääntyvät. —— Valok. Metsätcho.

Kuva 4. »Aimo» ottamassa nippukuormaa Korpijärven niputuspaikalta. — Valok. Metsäteho.

keen. 1. 11.—31. 5. välisenä aikana ylin korkeus on NN + 110.50. 1. 6.—30. 6. pinta saa laskea tasoon NN + 110.00. 1. 7.—30. 9. veden pinta on pidettävä viimeksi mainitussa tasossa. Säännöstelystä johtuen väylän syvyysvaihtelut ovat siis suhteellisen vähäiset, mutta veden virtaamisnopeuteen vaihteluilla on kuitenkin tuntuva vaikutus.

Niputtaminen, joka suoritetaan Korpijärvellä, palvelee toistaiseksi yksinomaan voimalaitoksen ohittamista, sillä nippuja ei saada määrän päähän välillä purkamatta.

Alkuperäisenä tarkoituksena oli hinata niput Korpijärvestä voimalaitokselle jonolauttana. Pian kuitenkin osoittautui väylän luonteen vuoksi tarpeelliseksi kokeilla muunkinlaisia ratkaisuja. Kokeillut kuljetustavat olivat seuraavat:

— Yhden nippusäikeen hinaus Korpijärven niputuspaikalta (kuva 4) perille asti.
— Kahden nippusäikeen hinaus Juuvinkosken niskalle, Korpijärven alapäähän, josta nippujen irtouitto Karsanjärvelle ja nippuavolautan varppaus Karsanjärven poikki (n. 3 km) voimalaitokselle.
— Kahden tai yhden nippusäikeen hinaus Korpijärven niputuspaikalta Saarikosken niskalle, nippujen irtouitto siitä Karsanjärvelle sekä avonippulautan varppaus Karsanjärven poikki voimalaitokselle.

Näin ollen oli mahdollista tehdä havaintoja erilaisen nippu-uiton väylälle asettamista vaatimuksista sekä uittotavan edullisuudesta ko. väylällä.

Väylä jakaantuu luonteeltaan erilaisiin osiin, joiden olennaisimmat tunnukset ilmenevät seuraavasta asetelmasta.

Väylän osa	Pituus, n. m	Pienin lev., n. m	Pienin kaarteen säde, n. m
Niputuspaikka — Juuvinkosken niska	500 . . . 8 000	58	156
Juuvinkosken niska—Saarikosken niska	2 900	37*)	56
Saarikosken niska—Kalliokosken niska	600	28*)	156
Kalliokosken niska—Karsanjärvi	3 200	18	152
Karsanjärvi—voimalaitos	3 000		
Voimalaitos—Karsanlahti	400	36	

Kapein kohta on Korpisen sillan 16 m levyinen aukko.

Eri uittotapavaihtoehdot antoivat seuraavan kuvan uittoväylälle asetettavista vaatimuksista.

Ensinnäkin tavoitteena ollut kahden säikeen nippujonon hinaus läpi väylän osoittautui mahdottomaksi. Siihen ei kapeikoiden leveys, ilman asianmukaisia ohjeita, riitä. Ilmeisesti väylän minimileveytenä kahden säikeen kuormille (n. 14 m) on pidettävä n. 25 m ja tällöinkin väylän tulee olla melko suora ja vähävirtainen.

Tehdyistä neljästä yrityksestä kahdessa jouduttiin kuorma (alun perin 108 ja 77 nippua) halkaisemaan ennen Saarikoskea ja hinaamaan kahdessa osassa Karsanjärvelle. Kaksi muuta kuormaa (104 ja 111 nippua), joita ei halkaistu, hajosivat kallioleikkauksissa käytännöllisesti katsoen kokonaan, vaikka kuorman päällä pidettiin 3 miestä työntämässä sitä irti rannoista. Menetelmästä oli pakko luopua. — Korpijärvellä sen sijaan kahden säikeen jonon hinaus onnistui hyvin suurimpien kuormien sisältäessä 182 nippua (kuorman pituus n. 325 m ja leveys n. 14 m).

Välillä niputuspaikka—Saarikosken niska käytettiin myös kahden säikeen kuormia. Hinattujen 50 kuorman suuruus vaihteli välillä 68 . . . 182 nippua/kuorma (kuorman pituus 110 . . . 325 m) keskikuorman ollessa 118 nippua. Kuormista saatiin ehjinä Saarikoskelle 22. Syynä 28 kuorman osittaiseen särkymiseen oli Juuvinkoskessa oleva kari, missä veden syvyys oli riittämätön. Ruopattu väylä oli niin kapea, ettei karia kyetty kunnolla kiertämään.

*) Täyssyvyisenä n. 18 m.

Yhden säikeen hinaus Korpijärveltä voimalaitokselle osoittautui myös vaikeaksi. Näin hinattiin yhteensä 14 kuormaa, joiden suuruus vaihteli 20 ... 60 nipun välillä (kuorman pituus 100 ... 230 m ja leveys n. 7 m) keskisuuruuden ollessa 35 nippua. Suuremmitta vaikeuksitta saapui perille ainoastaan kaksi kuormaa, joista toisessa oli 22 ja toisessa 30 nippua. Kuormista hajosi joko kokonaan tai osittain 5 eli n. 36 %. — 18 m väylänleveys osoittautui näin ollen liian kapeaksi yhdenkin säikeen hinaukselle silloin, kun väylä on mutkainen sekä vailla tarkoituksenmukaisia ohjeita ja vesi virtaavaa. Suoran väylän ollessa kysymyksessä hinaus epäilemättä olisi onnistunut, mutta kuormat olivat joka tapauksessa pieniä taloudellista nippuhinausta ajatellen.

Ensimmäinen nippujen irtouittokoe välillä Saarikoski—Karsanjärvi epäonnistui sikäli, että miltei kaikki niput tarttuivat rantoihin ja matalikoille. Väylää ei näet oltu puomitettu nippujen irtouittoa varten. Myöhemmin irtouittoa kuitenkin oli pakko jatkaa, koska riittävän suuria nippujonoja ei onnistuttu saamaan ehjinä läpi. Rantoihin tarttuneet niput irrotettiin peränajon yhteydessä.

Irrallaan Karsanjärven yläpäässä sijainneelle vastuupuomille uineet niput varpattiin nippuavolauttana voimalaitokselle, kuten jo aikaisemmin on mainittu. Kuorman suuruus vaihteli 150 ... 400 nipun välillä, ellei kahta poikkeuksellisen pientä kuormaa (44 ja 54 nippua) oteta huomioon. 28 kuorman keskisuuruus oli 239 nippua. — Neljä lautoista oli tarttunut veden alla olevaan kannokkoon, mikä vaati irrottelutyötä ennen liikkeelle saantia. Yksi kuormista hajosi niin, että niput saatiin kokoon vasta rannankeruun avulla. Kerran puomilenkki katkesi, mutta vahinko saatiin korjatuksi ennen kuorman hajoamista. Kolmen kuorman aikana hinausköysi katkesi. Muutoin varppaus sujui suuremmitta vaikeuksitta.

Myöhemmin (uittokaudesta 1958 alkaen) nippujen kuljetus Korpijärveltä voimalaitokselle on järjestetty niin, että niput hinataan avolautassa niputuspaikalta Juuvinkosken niskalle (varsinainen järvimatka), missä ne päästetään irti. Karsanjärven vastuulla, n. 6 km matkan jälkeen, ne otetaan kiinni ja kuljetetaan avolauttoina voimalaitokselle. Irtouiton alkamispaikka on siis siirtynyt ylemmäksi kuin kokeilujen aikana. Väylä on puomitettu niin, etteivät niput pääse tarttumaan rantoihin. Irtouiton (kuva 5) minimitekijänä on veden vähäinen nopeus Juuvinlammilla, n. 0.80 ... 0.10 m/sek. Pienikin vastatuuli pysäyttää niput, mutta yöllä tuulen tyynnyttyä ne lähtevät liikkeelle.

Kuva 5. Niput uivat hyvin irrallaan, jos veden virtaamisnopeus on 0.30 m/sek tai suurempi. — Valok. Metsäteho.

Nippujen irtouiton väylälle asettamista vaatimuksista voidaan tehdä seuraavat yleispäätelmät:

1. Jos veden virtaamisnopeus on 0.30 m/sek tai suurempi, uitto onnistuu tämän tekijän osalta varmasti.

2. Ellei väylää miehitetä, sen leveyden tulee 2.2 m syvyisenä olla 10 m tai enemmän. Kapeammassa väylässä saattavat pitkät tukkiniput kiilaantua poikittain kiinni ja aiheuttaa ruuhkan.

3. Väylä on puomitettava niin, etteivät niput pääse matalikoille. Kiinni jääneiden nippujen irrottaminen, varsinkin veden alenemisen jälkeen, on vaikeata.

4. Nippujen irtouitto on huomion arvoinen menetelmä paikoissa, joissa muutoin uiton vuoksi jouduttaisiin kohtuuttoman kalliisiin keinoväylän rakentamiskustannuksiin tai joissa väylä on luontaisesti sille soveltuva. — On kuitenkin syytä muistaa, että jokainen väylän kohta, jossa uittotapaa joudutaan muuttamaan (esim. nippujonohinauksesta nippujen irtouittoon jne.), aiheuttaa lisäkustannuksia.

Havaintoja nippukuljetuksen ajanmenekistä

Jokaisella uittoväylällä on oma luonteensa ja siitä johtuen joltakin väylältä määritetyt uiton ajanmenekkiarvot ovat vaikeasti yleistettävissä. Tästä huolimatta esitetään seuraavassa Atron väylältä eräitä ajanmenekkiarvoja, koska ne omalta osaltaan kuvastavat nippu-uiton

vaikeutta ko. olosuhteissa ja antavat mahdollisuuden eräänlaiseen nippujonolauttojen ja nippuavolauttojen kuljetuksen vertaamiseen. — Luvut perustuvat hinaajien kuljettajien erityisille lomakkeille keräämään työaika- ja työtulostilastoon.

Hinaajana käytetty m/s »Aimo» on Raahen Rautateollisuus Oy:n v. 1956 valmistama, 70...80 hv Wickström-dieselmoottorilla varustettu alus. Karsanjärvellä avonippulauttojen varppaukseen käytetty m/s »Korpinen» on valmistettu v. 1950 ja sen moottorin teho on 10...15 hv.

»Aimossa» oli aluksi kaksi kuljettajaa ja kaksi apumiestä, sillä se työskenteli kahdessa vuorossa. Voimalaitokselle saakka kuormia hinattaessa molemmat apumiehet joutuivat kuitenkin olemaan työssä, sillä kuormien rantoihin tarttumista oli torjuttava työntämällä nippuja uittohaalla keskiväylää kohden. Toinen miehistä seisoi suunnilleen kuorman keskiosassa ja toinen viimeisten nippujen päällä. — Myöhemmin käytettiin 1 + 3 ja 1 + 1 miehen työryhmiä. — »Korpisessa» oli kuljettaja ja apumies, siis kahden miehen työryhmä.

Korpijärvellä »Aimon» miehistön tehtävänä oli nippukuorman otto, johon kuului niputuksen yhteydessä nippuparijonoksi (säikeeksi) koottujen nippujen kokoaminen ja kiinnittäminen sopivansuuruiseksi kuormaksi. Karsanjärven avonippulautat muodostettiin käyttämällä järven yläpäässä vastuupuomia. Avonippukuormien laitto ja kiinnitys puolestaan kuului »Korpisen» miehistölle. — Voimalaitoksen yläaltaassa kuormat kiinnitettiin nostopaikan välittömään läheisyyteen. Edellisistä kuormista vapautuneet selkävaijerit (nippujonokuormat) tai ympäryspuomit (nippuavolautat) otettiin mukaan ja kuljetettiin kuormantekopaikoille uudelleen käytettäviksi.

Hinaajien keskimääräinen t y ö a j a n r a k e n n e selviää taulukosta 3.

»Aimon» tehotyöajan osuus välillä Korpijärvi—voimalaitos oli n. 84 % ja välillä Korpijärvi—Saarikoski n. 77 %. Ero johtuu osittain väylän luonteesta, osittain kuormien erilaisesta koosta. Voimalaitokselle hinattujen kuormien keskisuuruus oli 35 nippua ja Saarikoskelle hinattujen 118 nippua, kuten aikaisemmin on mainittu. »Korpisen» tehotyöajan osuus puutavaran kuutioyksikköä kohti lasketusta ajokerta-ajasta oli n. 94 %. — Pisin tehotyöhön kuuluva vaihe oli luonnollisesti kuorman hinaus, nim. »Aimolla» 39 ja 52 % sekä »Korpisella» 30 %.

Keskeytysten osuus ei sellaisenaan kuvaa väylän uittovaikeutta, vaan se ilmenee ensisijaisesti kuormien koossa ja uittotavan vaihtumisessa. Lisäksi esim. tehotyöhön luettu peränajo »Korpisen» osalta johtuu väylällä särkyneistä kuormista ja olisi siis ainakin osittain luettava hukkatyöhön kuuluvaksi. — Varsinaisen hukkatyön osuus ajokerta-ajasta (työmaa-ajasta) pysyi verraten pienenä, nim. 6...7 %:na.

Jos sekä tehotyöaika että työmaa-aika lasketaan 10 nippua ja 1 km matkaa kohti, saadaan eri tapauksille seuraavat arvot ja niiden suhteet.

	Tehotyöaika min/10 nipp. km	Suhde	Työmaa-aika min/10 nipp./km	Suhde
Korpijärvi—voimalaitos ...	9.98	100	11.84	100
Korpijärvi—Saarikoski	4.99	50	6.44	54
Karsanjärvi—voimalaitos ..	10.83	109	11.53	97

Taulukko 3

Hinaajien keskimääräinen työajan rakenne 10 nippua kohti laskettuna

Työvaihe	m/s Aimo				m/s Korpinen	
	Korpijärvi—voimalaitos n. 9 km		Korpijärvi—Saarikoski n. 10 km		Karsanjärven yläpää-voimalaitos n. 3 km	
	Aika, min/10 nippua					
Tehotyö:						
— Kuorman otto	19.1		5.7		1.2	
— » hinaus	41.5		33.7		10.3	
— » jättö	4.2		1.9		0.7	
— Paluu tyhjänä	10.7		4.2		1.1	
— » kuormattuna	—		—		2.6	
— Puomien hinaus	3.0		0.3		2.4	
— Pyräitten ja nippujen siirtely	—		2.3		—	
— Nippujen keräys	7.5		—		4.5	
— Järjestelyajo	3.8		1.3		—	
— Peränajo	—		—		9.3	
— Lankaproomun hinaus	—		—		0.4	
— Niputuskoneen siirto	—	89.8	0.5	49.9	—	32.5
Keskeytykset:						
— Väylän kunnostus	—		—		—	
— Kaluston korjaus	—		1.0		—	
— Aluksen huolto	1.8		2.0		—	
— Hukkatyö	6.0		4.4		2.1	
— Odotus	9.0	16.8	7.1	14.5	—	2.1
Työmaa-aika yht.		106.6		64.4		34.6

Vertailu antaa aiheen päätellä, että nippujonolauttojen hinauksen ajanmenekki kasvaa puutavaran kuutio-matkayksikköä kohti voimakkaasti ja samalla kuljetuksen kannattavuus heikkenee, jos väylän uittovaikeuden vuoksi joudutaan käyttämään hinaajan vetokyvyn kannalta alikuormitusta, kuten tapahtui jonolauttoja perille asti hinattaes-

sa. Niin ikään on todettavissa, että nippuavolauttojen kuljetus, täysikokoisista kuormista huolimatta, vaatii kuutio-matkayksikköä kohti runsaasti aikaa nippujonokuljetukseen verrattuna.

Teoreettisesti voidaan nippujonolauttojen ja -avolauttojen kuljetuksen ajanmenekkiä verrata ottamalla huomioon seuraavan yhtälön tekijät:

$$T = \frac{K + L\,(Ha + Pa) + J}{V}, \text{ jossa}$$

T = ajanmenekki puutavaran kuutioyksikköä kohti matkalla L, min/nippu (tai min/k-m³)
K = hinaajan viipymisaika ottaessaan kuormaa, min/kuorma
Ha = kuorman hinausaika, min/km
Pa = paluuaika, min/km
J = hinaajan viipymisaika kuormaa jättäessään, min/kuorma
V = kuorman suuruus, kpl nippuja (tai esim. k-m³)
L = hinausmatka, km

Hinaajan viipymisaika kuorman otossa (hinaajan ja sen miehistön osuus kuorman teossa) (K) osoittautui seuraavaksi.

Taulukko 4

Erisuuruisten nippukuormien ottoon (K) Korpijärvellä ja Karsanjärvellä kulunut aika

Nippujonolautta, Korpijärvi			Nippuavolautta, Karsanjärvi		
Kuorma, nippuja kpl	Aika, min/kuorma		Kuorma, nippuja kpl	Aika, min/kuorma	
	Tasoittamatta	Tasoitettuna		Tasoittamatta	Tasoitettuna
20	56	59	60	20	29
40	69	60			
60	56	62	160	35	29
80	48	63	180	—	—
100	59	65	200	30	29
120	71	67	220	10	29
140	66	68	240	—	—
160	85	70	260	33	29
180	60	72	280	—	—
			300	27	29
			400	10	29
Keskim.	63		Keskim.	29	

Kuormanottoaikojen hajonta on huomattavan suuri. Nippuavolautan ollessa kysymyksessä keskimääräinen aika ei näytä sanottavasti riippuvan kuorman koosta ainakaan käytettävissä olevan aineiston perusteella. Tasoitetuksi keskiajaksi saatiin 29 min/kuorma. — Aika olisi todennäköisesti pienempi, ellei virta olisi painanut nippuja kuormanottopaikalla olevaan »kannokkoiseen» matalikkoon.

Nippujonokuorman otto vaatii, kuten luonnollista, sitä enemmän aikaa, mitä suuremmista kuormista on kysymys — ellei kuormia ole tehty niputusmiehistön toimesta täysin valmiiksi. Kuormassa olevan puutavaran kuutioyksikköä kohti ajanmenekki kuitenkin pienenee. Tämä ilmenee seuraavasta, 10 nippua kohti lasketusta aikasarjasta.

Kuorman koko, nippuja	20	40	60	80	100	120	140	160	180
Aika, min/10 nippua	30	15	10	8	7	6	5	4	4

Taulukko 5

Erisuuruisten nippukuormien hinausaika (Ha) ilman keskeytyksiä eri matkoilla

Kuorman suuruus, nippuja kpl	Nippujonolautta						Nippuavolautta	
	Korpijärvi—voimal.		Korpijärvi—Saarikoski				Karsanjärvi	
	Matka, n. km							
	9		3		10		3	
	Aika, min/kuorma							
	Tasoittamaton	Tasoitettu	Tasoittamaton	Tasoitettu	Tasoittamaton	Tasoitettu	Tasoittamaton	Tasoitettu
20	212	212	75	73	—	—	—	—
40	235	235	79	86	—	—	135	144
60	245	255	107	98	—	—	—	153
80	—	—	118	110	479	426	185	163
100	—	—	125	123	461	438	—	172
120	—	—	105	136	432	448	175	182
140	—	—	115	148	462	460	—	192
160	—	—	—	—	455	471	245	201
180	—	—	—	—	510	482	224	211
200	—	—	—	—	—	—	—	220
220	—	—	—	—	—	—	195	230
240	—	—	—	—	—	—	—	240
260	—	—	—	—	—	—	240	249
280	—	—	—	—	—	—	—	259
300	—	—	—	—	—	—	275	268
Keskim.	224		97		453		208	

Todennäköisesti nämä nippujonolauttaa koskevat ajat ovat sellaisia kuormanottoaikoja suurempia, joihin sisältyy vain valmiiksi tehdyn kuorman kiinnittäminen hinausköyteen. Kuten aikaisemmin on mainittu, hinaaja osallistui myös kuorman tekoon.

Erisuuruisten nippukuormien hinausaika (Ha) osoittautui taulukon 5 (s. 17) mukaiseksi eri matkoilla.

Taulukon keskiarvot ovat kuormien lukumäärällä painotettuja. — Kun pyritään vertaamaan nippujonolauttojen ja -avolauttojen hinausaikoja, on taulukosta edellisten osalta valittava lähinnä 10 km matkalta Korpijärvi—Saarikosken niska määritetyt ajat. — Hinausajaksi 1 km matkaa kohti saadaan tällöin:

	Kuorman koko, nippuja kpl						
	80	100	120	140	160	180	200
	Hinausaika, min/kuorma/km						
Nippujonolautta	43	44	45	46	47	48	—
Nippuavolautta	54	57	61	64	67	70	73

Hinausaika matkayksikköä kohti on nippuavolautan ollessa kysymyksessä siis tuntuvasti suurempi kuin saman nippumäärän sisältävää jonolauttaa hinattaessa. On kuitenkin muistettava, että alusten koko ja moottoriteho olivat erilaiset samoin kuin hinaustapakin. Kuorman koon kasvaessa hinausaika suurenee ja suurentuminen on jyrkempää avolauttaa hinattaessa. — Varppaajassa (m/s Korpinen) nopeus on säädettävissä vain vaihteen avulla. Näin ollen erikokoisten avolauttojen hinausaikojen erot johtuvat eri vaihteella ajamisesta. Kun yleensä varppausnopeus on käytännössä kuorman koosta riippumaton, saattaa suurten kuormien ajo hitaalla vaihteella Karsanjärvellä johtua varovaisuudesta.

Jos avolautassa on 300 nippua, mikä on sangen tavallinen lauttakoko, hinausaika m/s »Korpisen» suuruusluokkaa olevalla aluksella on keskim. n. 8.9 min/km.

Paluuaika (Pa) osoittautui ilman keskeytyksiä matkayksikköä kohti keskim. seuraavaksi:

m/s »Aimo»	4.9	min/km
m/s »Korpinen»	29.2	»

Paluuajat edellyttävät, että »Aimolla» on mukanaan kuormantekopaikalle palautettava nippujonon »selkävaijeri» ja »Korpisella» puomi-

kuorma. — Puomikuormien suuruus vaihteli 30 . . . 150 puomin välillä ollen keskim. 54 puomia. Jos myös ilman puomikuormaa tehdyt paluukerrat otetaan huomioon, jota edellä esitetty keskim. paluuaika edellyttää, paluukuormien keskisuuruudeksi saadaan 31 puomia.

»Korpisen» paluuajan suuruuden keskim. riippuvuus puomikuorman suuruudesta ilmenee seuraavasta asetelmasta.

Paluukuorma, puomeja kpl . .	0	30	60	90	120	150
Aika, min/kuorma/km	11	32	50	63	71	74

Ajat ovat tasoitettuja, kun edellä esitetty keskiaika sen sijaan on tasoittamattomien aikojen keskiarvo.

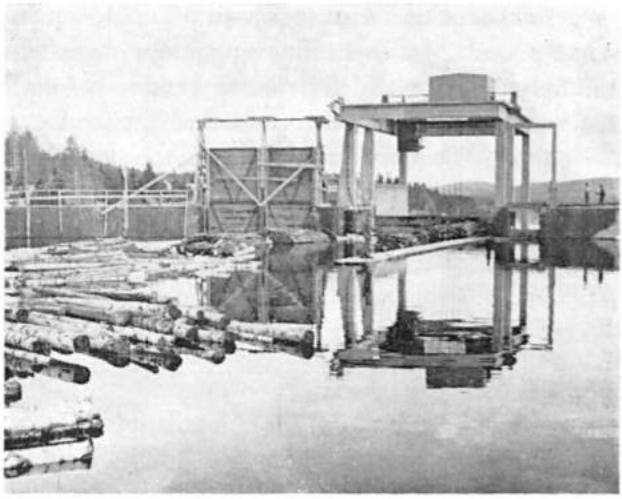
Kuorman jättöaika (J) osoittautui nippujonolautan ollessa kysymyksessä olevan hieman sitä suurempi, mitä runsaammin nippuja lautta sisältää, mutta nippuavolautan osalta se näyttää olevan lautan koosta riippumatta keskim. vakio. — Tämä ilmenee seuraavasta taulukosta.

Taulukko 6

Erisuuruisten nippukuormien jättöaika (J) ilman keskeytyksiä

Nippujonolautta			Nippuavolautta		
Kuorman koko, nippuja kpl	Aika, min/kuorma		Kuorman koko, nippuja kpl	Aika, min/kuorma	
	Tasoittamatta	Tasoitettuna		Tasoittamatta	Tasoitettuna
20	15	14	60	5	14
40	15	16			
60	15	17	160	18	14
80	25	18	180	—	14
100	20	19	200	16	14
120	19	20	220	15	14
140	21	21	240	—	14
160	20	22	260	14	14
180	30	23	280	—	14
			300	11	14
			400	15	14
Keskim.	19		Keskim.	14	

Keskim. nippujonolautan jättöaika oli 19 min/kuorma eli n. 36 % suurempi kuin avolautan jättöaika, 14 min/kuorma.



Kuva 6. Atron nippunosturi yläaltaan puolelta nähtynä. — Valok. Metsäteho.

Esimerkkinä nippujonolautan ja -avolautan hinaamisen ajanmenekkien vertaamisesta esitetään seuraava laskelma.

Olettamukset: Jonolautan hinaajana m/s »Aimo», avolautan m/s »Korpinen». Muiden kuin alusten miehistön lautan tekoon käyttämää aikaa ei oteta huomioon. Kuljetuksen aikana sattuvia väylästä, alusten huollosta jne. johtuvia keskeytyksiä ei oteta huomioon. — Ajokerta-ajan laskemiseksi nippua kohti (T) laaditun polynomiyhtälön arvot oletetaan seuraaviksi:

	Nippujonolautta	Nippuavolautta
K	72 min/kuorma	29 min/kuorma
Ha	48 min/kuorma/km	70 min/kuorma/km
Pa	5 min/km	29 min/km
J	23 min/kuorma	14 min/kuorma
V	180 nippua/kuorma	180 nippua/kuorma

Sijoittamalla nämä arvot polynomiyhtälöön (siv. 16) saadaan nippujonolautan kuljetuksen ajokerta-ajaksi:

Tj180 = 0.294 L + 0.528 min/nippu sekä nippuavolautan ajaksi:
Ta180 = 0.55 L + 0.239 min/nippu.

Sijoittamalla L:lle (matka) erilaisia arvoja saadaan 180 nipun lauttojen kuljetusajoiksi nippua kohti taulukosta 7 ilmenevät luvut. Tau-

lukkoon on laskettu vertailun vuoksi myös 100 nipun suuruisten kuormien kuljetusajat, jolloin olettamukset ovat muutoin samat kuin edellä on esitetty, mutta:

	Nippujonolautta	Nippuavolautta
K	65 min/kuorma	29 min/kuorma
Ha	44 min/kuorma/km	57 min/kuorma/km
V	100 nippua/kuorma	100 nippua/kuorma

Taulukko 7

Nippujonolauttojen ja nippuavolauttojen kuljetuksen ajokerta-aikojen vertailua Atron väylältä määritettyjen aikojen perusteella huomioon ottamatta keskeytyksiä

Kuorman koko ja lauttatyyppi	Kuljetusmatka, km									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Ajokerta-aika, min/10 nippua									
180 nippua:										
— nippujonolautta	8.2	11.2	14.1	17.1	20.0	22.9	25.9	28.8	31.8	34.7
— nippuavolautta	7.9	13.4	18.9	24.4	29.9	35.4	40.9	46.4	51.9	57.4
100 nippua:										
— nippujonolautta	13.3	18.2	23.1	28.0	32.9	37.8	42.7	47.6	52.5	57.4
— nippuavolautta	12.9	21.5	30.1	38.7	47.3	55.9	64.5	73.1	81.7	90.3

Taulukon luvut antavat aiheen seuraaviin päätelmiin.

1. Ellei keskeytysaikoja oteta huomioon ja nippujonolauttojen hinaus tapahtuu m/s »Aimon» ja nippuavolauttojen hinaus m/s »Korpisen» kaltaisilla aluksilla sekä kummankin lauttamuodon kuormat ovat samansuuruiset, niin ajanmenekki kuljetettua kuutioyksikköä kohti on nippujonolauttojen kuljetuksessa pienempi jo n. 1.2 km pitemmillä matkoilla.

2. Ajanmenekki kasvaa tietynsuuruisen kuorman ollessa kysymyksessä puutavaran kuutioyksikköä kohti suoraviivaisesti matkan pidentyessä molempien lauttamuotojen kuljetuksessa. — Poikkeuksena saattavat olla aivan lyhyet matkat, joilla kuorman liikkeelle vetämisestä johtuen hinausnopeus on keskimääräistä alhaisempi.

3. Puutavaran kuutio-matkayksikköä kohti aika pienentyy kummankin lauttamuodon osalta, kunnes se n. 8 . . . 12 km pitemmillä mat-

koilla muodostuu kutakuinkin vakioksi. Tämä johtuu siitä, että kuorman otosta ja jätöstä aiheutuvan, vakioluonteisen ajan osuus ajokerta-ajasta on sitä pienempi, mitä pitempi matka on.

4. Jos nippujonolautan koko on 100 nippua ja nippuavolautan 180 nippua, niin pienemmästä kuormankoosta huolimatta jonolauttakuljetuksen ajanmenekki on jo n. 9 ... 10 km pitemmillä matkoilla kuutioyksikköä kohti pienempi kuin avolauttakuljetuksen. — Yleensä kuorman koon suureneminen tietyllä matkalla pienentää kuutioyksikön kuljetukseen kuluvaa aikaa jonolauttojen hinauksessa enemmän kuin avolauttojen kuljetuksessa ja edellisten osalta sitä enemmän, mitä pitempi matka on, mutta avolauttojen osalta sitä vähemmän mitä pitempi matka. — Tätä valaisee seuraava asetelma, jossa on esitetty ajanmenekin prosentuaalinen pienentyminen kummankin lauttalajin osalta eräillä matkoilla kuorman koon suuretessa 100:sta 180:een nippuun:

	Matka, km		
	1	5	10
	Ajanmenekin pienentyminen, %		
Nippujonolautta	38.3	39.2	39.5
Nippuavolautta	38.8	36.8	36.5

5. Jos keskeytysajat otetaan vertailussa huomioon ja väylä on luonteeltaan yhtä hyvin nippujono- ja nippuavolauttojen kuljetukseen soveltuva, esimerkkien antama kuva jonolautan ajanmenekistä muodostuisi todennäköisesti vieläkin edullisemmaksi. Nippujonolautat ovat vähemmän hajoamiselle alttiita, niitä voidaan kuljettaa tuulisemmalla säällä jne., kuten jo aikaisemmin on todettu.

Jos pyritään vertaamaan kummankin lauttamuodon kuljetuksen taloudellisuutta, ei pelkän kuutioyksikköä kohti lasketun ajokerta-ajan tunteminen riitä. Sekä aluksen että sen miehistön samoin kuin puomien, teräsköysien jne. käyttöaika on hinnoitettava. Esim. Atron tapauksessa m/s »Korpisen» aikayksikkö maksaa vähemmän kuin m/s »Aimon» johtuen aluksen pienemmästä koosta. Tämä luonnollisesti siirtää rajaa, jota lyhyemmillä matkoilla nippuavolauttahinaus on jonolauttahinausta edullisempaa, pitemmälle kuin se pelkän ajanmenekin mukaan asettuisi. Samaan suuntaan vaikuttaa myös alusten miehistölle kuulumaton osuus kuormantekotyöstä ja sen mukaan ottaminen kustannuksissa. Esim. niputuskoneella on tunnetusti nopeampaa työntää niput avolauttaan kuin muodostaa niistä jonolautta. — Tässä yhteydessä ei ole kuitenkaan mahdollisuutta syventyä eri lauttamuotojen kuljetuksen

taloudellisuusvertailuun, eikä aineistokaan anna siihen mahdollisuutta.

Vielä on syytä korostaa, että esitetty eri lauttamuotojen kuljetuksen ajanmenekkivertailu on laadittu teoreettiseksi esimerkiksi Atron väylältä määritettyjen arvojen perusteella. Kuten aikaisemmasta on ilmennyt, ko. väylä asettaa jyrkät rajoitukset nippujen kuljetustavan valinnalle, kun esimerkki taasen edellytti väylän yhtä hyvin nippujonokuljetukselle kuin -avolauttakuljetukselle soveltuvaksi. Lisäksi vertailussa käytetyt ajanmenekkiarvot on määritetty ensimmäisenä nippu-uittokautena, jolloin kokeillen pyrittiin löytämään edullisin uittoratkaisu.

* * *

Tiivistelmänä ja loppupäätelminä nippujen uitosta voimalaitokselle voidaan esittää seuraavaa.

1. Nippu-uittoväylän syvyyden tulee olla vähintään 2.2 m laskettuna veden pinnan alimmasta tasosta uittokauden aikana, mikäli niput ovat kooltaan Atrossa ja Puntarikoskella käytettyä suuruusluokkaa.

2. Nippu-uittoväylän leveys riippuu uittotavasta. Jo yhden säikeen nippujonolauttojen hinaukseen on 18 m leveys riittämätön, jos väylä on mutkainen ja siinä on voimakasvirtaisia kohtia. — Kahden säikeen kuormien hinauksessa väylän minimileveytenä voitaneen pitää n. 25 m ja tällöinkin väylän tulee olla melko suora ja käytännöllisesti katsoen vailla virtaa. — Nippujen irtouittoon käytettävän väylän, ellei sitä miehitetä, tulee olla 2.2 m syvyisenä n. 10 m levyinen tai leveämpi.

3. Nippujen irtouitto on huomion arvoinen kuljetusmenetelmä paikoissa, joissa muutoin uiton vuoksi jouduttaisiin kohtuuttoman kalliisiin keinoväylän rakentamiskustannuksiin tai joissa väylä on luontaisesti hyvin irtouitolle soveltuva. — Sen käyttömahdollisuuksia harkittaessa on syytä muistaa, että jokainen väylän kohta, missä uittotapaa joudutaan muuttamaan, aiheuttaa lisäkustannuksia.

4. Hyvin onnistuakseen nippujen irtouitto edellyttää n. 0.30 m/sek tai suurempaa veden virtaamisnopeutta ja väylän puomittamista niin, etteivät niput pääse matalikoille.

5. Atron väylältä määritettyjen ja siellä käytettyjä aluksia koskevien aika-arvojen perusteella nippujonolauttojen kuljetuksen ajanmenekki puutavaran kuutioyksikköä kohti on jo n. 1.2 km pitemmillä matkoilla pienempi kuin avolauttakuljetuksen, ellei keskeytysaikoja oteta huomioon, jos kuormat ovat samansuuruiset ja väylä soveltuu yhtä hyvin kummankin lauttamuodon kuljetukseen.

6. Jos pyritään kummankin lauttamuodon kuljetuksen taloudellisuuden vertaamiseen, on alusten, niiden miehistön, puomien, teräsköysien jne. puutavaran kuutioyksikköä kohti lasketun ajankäytön hinnoittamisen lisäksi otettava huomioon alusten miehistölle kuulumattoman kuormanteon kustannukset, keskeytyksistä aiheutuvat kustannukset jne. Käytettävissä oleva aineisto ei kuitenkaan anna mahdollisuuksia eri lauttamuotojen taloudellisuusvertailujen laatimiselle. — Ilmeistä kuitenkin on, että nippuavolauttojen taloudellinen kuljetus edellyttää lyhyitä matkoja ja olosuhteita, joissa samalta paikalta ei ole mahdollista muodostaa suuria kuormia.

7. Atron väylä nykyisessä muodossaan on esimerkki nippujonokuljetukseen soveltumattomasta väylästä. Sen sijaan ratkaisu, jossa niput hinataan avolauttana niputuspaikalta kapean osan alkukohtaan, uitetaan irrallaan kapean osan läpi ja siirretään nippuavolautan muodossa keinojärven poikki voimalaitokselle, on ilmeisesti ko. olosuhteissa paras mahdollinen.

8. Edellä esitetyt päätelmät on tehty Atron väylältä sen ensimmäisenä käyttökautena kerättyjen havaintojen perusteella. Nippukuljetus oli tällöin vielä kokeiluluonteista ja edullisinta muotoa etsivää.

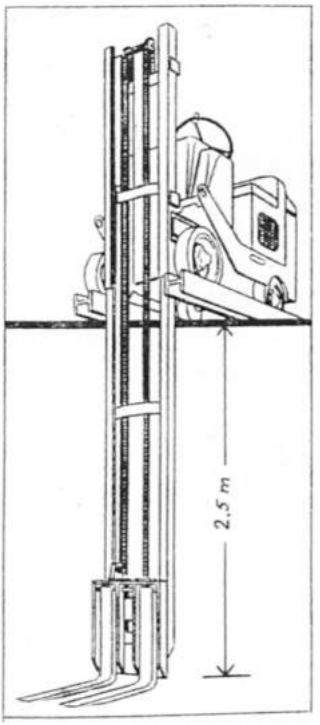
II Voimalaitoksen ohittaminen

Erilaiset ohittamismahdollisuudet

Kuten alussa todettiin, puutavara on mahdollista siirtää ohi voimalaitoksen joko irallaan tai niputettuna. Ensiksi mainitun menetelmän käyttäminen vaatii vähiten investointeja, koska sille riittää padon varustaminen uittokourulla. Uiton kannalta menetelmä on huono varsinkin silloin, kun väylällä muutoin pyritään käyttämään nippu-uittoa, eikä se useimmissa tapauksissa ole voimalaitostenkaan edun mukaista suuren vedenkulutuksen vuoksi.

Nippujen siirtäminen voimalaitoksen ohi voi periaatteessa tapahtua seuraavin tavoin.

1. M a i t s e joko autoilla tai rautatietä myöten taikka trukeilla (kuva 7). — Nippujen kuormaus on ainakin autoa käytettäessä järjestettävä tällöin erillisellä nosturilla. Erikoisrakenteiset rautatievaunut voidaan kuormata siten, että ne lasketaan veteen ja niput uitetaan niihin. Purkaminen voi tapahtua joko samalla tavoin (erikoisvaunut), kallistusmenetelmällä (kuten autoniputuksessa) taikka

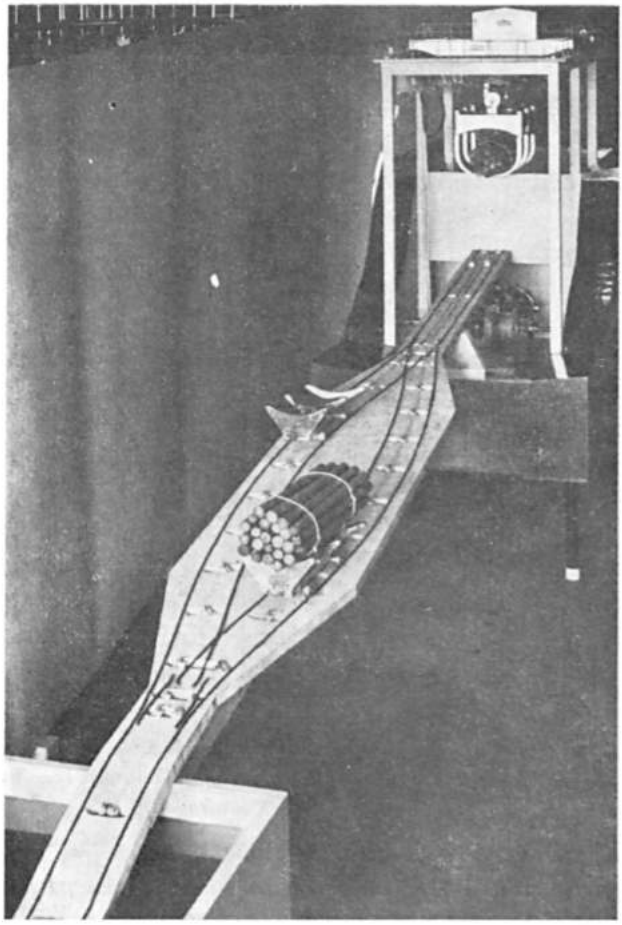


Kuva 7. 15 tn trukki, joka saattaa tulla nipunsiirtotyössä kysymykseen latvavesillä, missä siirrettävät puutavaramäärät ovat pienehköjä. — Kuorman otto- ja kuljetuselin on kuitenkin muutettava nipunsiirtotyöhön soveltuvaksi.

erillisellä nosturilla. — Trukki, joka voi laskea kuormanottoelimen riittävästi kulkutasonsa alapuolelle, saadaan kuormatuksi uittamalla. Purkaminen voidaan suorittaa vastaavalla tavalla tai antamalla nipun liukua haarukasta alas.

Autolla ja rautateitse (kuva 8) siirto tulevat lähinnä kysymykseen matkan ollessa pitkähkö. Trukki taasen soveltunee parhaiten verraten lyhyille matkoille ja tapauksiin, joissa uittokauden aikana siirrettävät nippumäärät ovat pienehköjä. Sen eduksi on katsottava mahdollisuutta siirtää laite tarpeen mukaan työkohteesta toiseen sekä mahdollisuutta käyttää sitä uittokausien väliaikoina muihin tehtäviin.

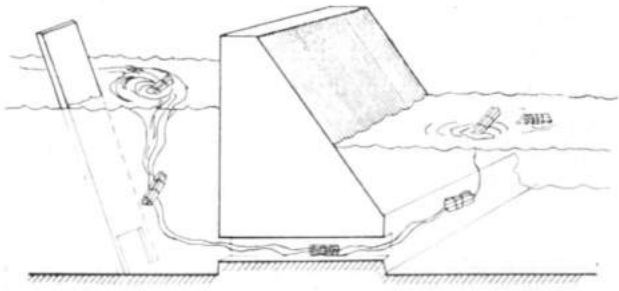
2. V e s i t s e rakentamalla sulkuporteilla varustettu kanava. — Menetelmä tulee kysymykseen lähinnä silloin, kun väylä halutaan pitää laivaliikenteelle soveltuvana.
3. P a d o n a l i t s e veden virtausta hyväksi käyttäen (kuva 9). —



Kuva 8. Kone Oy:n suunnitteleman nipunsiirtolaitoksen pienoismalli. Padon yli siirto tapahtuu nosturilla, mutta jatkosiirto rautateitse. Menetelmä tulee lähinnä kysymykseen jo valmiiksi rakennetuilla voimalaitoksilla, joille on vaikeata sijoittaa riittävän pitkällä radalla varustettua nosturia taikka rakentaa riittävän pitkää nippujen syöttöruuhta. Niin ikään se tulee kysymykseen tapauksissa, joissa matka sopivaan nippujen jättöpaikkaan ala-altaassa on pitkähkö. — Valok. Mannelin.

Menetelmä, joka on kehitetty Neuvostoliitossa, perustuu siihen, että avaamalla padon alaosaan sijoitettu luukku saadaan syntymään yläaltaaseen niin voimakas pyörre, että se imaisee niput mukaansa. Kun vedenkulutus on huomattavan suuri, menetelmä ei soveltune olosuhteisiimme.

4. P a d o n y l i t s e köysirataa myöten taikka erilaisia nippunosturei ta käyttäen.



Kuva 9. Neuvostoliitossa on kehitetty menetelmä puutavaran siirtämiseksi voimalaitospadon alitse. Menetelmän käytöstä johtuva vedenkulutus lienee huomattavan suuri.

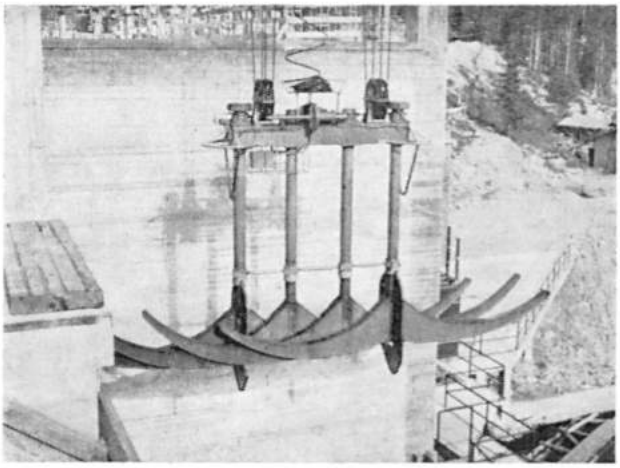
Edellä esitetyistä vaihtoehdoista on meillä toteutettu joko voimalaitoksilla tai muunlaisilla paikoilla maitse siirto autoilla (esim. Nokia Oy:n järjestely Kukkian reitillä Luopioisissa) ja rautateitse (esim. Kuluntalahti), vesitse kanavaa myöten (esim. Utra, Kaltimo, Valkeakoski) ja padon yli nosturilla (esim. Pyhäkoski, Pamilo, Atro ja Puntarikoski). — Useammanlaatuisia ratkaisuja tarvitaankin, sillä olosuhteet, joissa voimalaitosten ohittaminen tulee kysymykseen, vaihtelevat suuresti.

Ohittamisen järjestely Atrossa ja Puntarikoskella

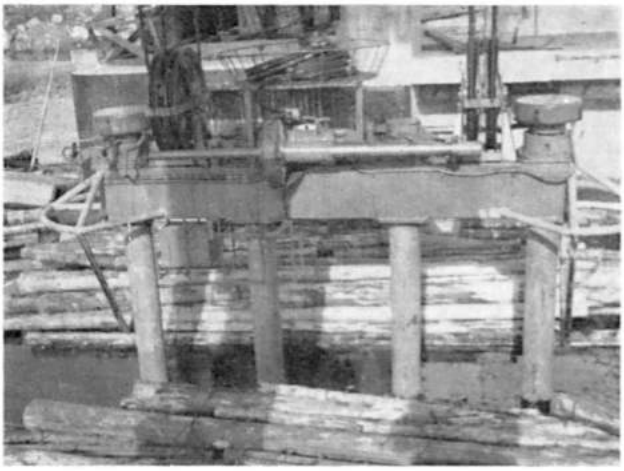
Atron nippunosturi on Kone Oy:n valmistama. Rakenteeltaan se on tavanomainen siltanosturi, joka on varustettu erikoisella kuormankuljetuselimellä. Viimeksi mainittuun kuuluu neljä oman moottorinsa avulla 87° kääntyvää kaksoiskoukkua, joiden varassa siirretään kaksi nippua kerrallaan (kytkemällä kaksi nosturia rinnakkain yhteistoimintaan saman pukin varassa toimiviksi ja saman koneenkäyttäjän ohjattaviksi voidaan siirtää neljä nippua kerrallaan). Kuorman ottamiseksi koukut käännetään limittäin niin, että kuljetuselin mahtuu painumaan kahden nipun välisestä raosta. Veden alla koukut käännetään »auki», jolloin ne asettuvat nipun alle ja nosto voi alkaa. Ko. nosturityypin yksityiskohtainen rakenne ilmenee kuvista 10, 11 (s. 28), 12 (s. 29) ja 13 (s. 30) ja sen sijoitus voimalaitokselle kuvista 6 (s. 20) ja 14 (s. 32).

Valmet Oy:n Puntarikoskelle valmistama nippunosturi muistuttaa rakenteeltaan kiramoa. Siinä on kaksi täysin erillistä nostokonetta, joilla kummallakin on oma moottorinsa ja joiden toiminta on tahdistettu siten, että yhtä nippua kerrallaan siirtävän nostovaunun tuoma nippu jää padon harjan kohdalla laskuvaunun varaan, jonka kuljettamana se siirtyy alaveteen. Lasku voi alkaa vasta sen jälkeen, kun nostovaunu

on siirtynyt jonkin matkaa radallaan alaspäin. Vaunut kulkevat teräsköysien varassa patoon tuettuja, kaltevia nostoratoja pitkin. Ratojen alapäiden tulee olla tietyn, putouskorkeudesta riippuvan »pohjatilan» päässä toisistaan. Tämän nosturin yksityiskohtainen rakenne ilmenee kuvista 15, 16 (s. 33), 17 (s. 34) ja 18 (s. 35) ja sen sijoitus Puntarikoskelle kuvista 15 ja 19 (s. 36).



Kuva 10. Kone Oy:n nippunosturin kuorman kuljetuskoukut limittäin käännettyinä nousemassa ala-altaasta. — Valok. Metsäteho.



Kuva 11. Kuljetuselin laskeutumassa kahden nipun välisestä raosta. Veden alla koukut käännetään nippujen alle ja nosto voi sen jälkeen alkaa. — Valok. Metsäteho.

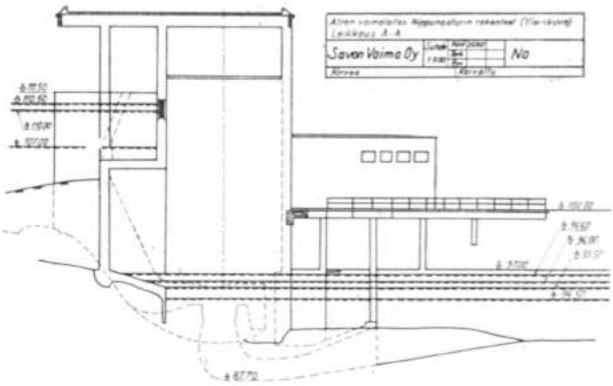
Nostureille tyypillisiä ominaisuuksia esitetään taulukossa 8.

Taulukko 8

Eräitä nippunostureiden teknillisiä ominaisuuksia.

Selitys	Atro	Puntarikoski
Nosturityyppi	m/Kone Oy	m/Valmet Oy
Nostokyky	2 × 17.5 = 35 tn	15 . . . 20 tn
Jänneväli	10.0 m	—
Siirtomatka vaakatasossa	14.0 »	n. 17.0 m
Nostonopeus	14 m/min	27 m/min
Siirtonopeus	40 »	—
Laskunopeus	14 »	40 »
Sillan paino	n. 35 tn	—
Kuorm. kulj. elimen paino	» 5 »	n. 2 × 8 tn
Moottorit		
— nostomoottori	80 kW	110 kW
— laskumoottori	(sama)	110 »
— siirtomoottori	9.5 kW	—
— kulj. elimen käyttömoottori	1.1 »	—
Veden syvyysvaatimus, minimi	4 m	7.5 m
Keskim. putouskorkeus	14.5 »	10.5 »

Kuva 12. Kuorma laskeutumassa ala-altaaseen. Kuljettaja oppi heilauttamaan kuormaa niin, että nippujen lähtö niiden veteenjättöpaikalta helpottui. — Valok. Metsäteho.



Kuva 13. Kaaviopiirros Atron nipunsiirtolaitoksesta sivulta katsottuna.

Tutkimusten aikana oli nipunsiirtotyön työryhmässä seuraavat jäsenet.

	Atro	Puntarikoski
Järvimiehiä	2	3 . . . 9 (keskim. 6)
Kuormantekijöitä	2	2
Koneenkäyttäjiä	1	1
Nippujen työntäjiä (ala-allas)	1	1
Yhteensä	6	7 . . . 13 (keskim. 10)

Järvimiesten tehtävänä on kuljettaa hinaajan jättämät niput nosturin välittömään läheisyyteen, mistä kuormantekijät saavat ne siirretyiksi nosturin kuormaksi. Puntarikoskella järvimiesten määrän vaihtelu johtui pyrkimyksestä löytää kokeilemalla edullisin työryhmä. Kun ko. voimalaitoksella saatiin sähkövintturi järvimiesten avuksi, selvittiin 6 järvimiehellä. — Nippujen työntäjää tarvittiin nippujen jättöpaikalla ala-altaassa, koska ne muutoin olisivat ruuhkautuneet. Puntarikoskella korvattiin työntäjä myöhemmin pintavirran kehittäjällä.

Myöhemmin työryhmien kokoonpano on muuttunut. Atrossa on selvitty yhdellä järvimiehellä sen jälkeen, kun työt järjestettiin urakkapohjalle. Työryhmän normaalivahvuus siellä on siis 5 miestä. Puntarikoskella taasen työryhmä on pienentynyt 7 miehen vahvuiseksi (järvimiehiä 5, joista 2 purkaa niput säikeistä, 2 kuljettaa nippuja nosturin läheisyyteen ja 1 käyttää vm. tehtävässä apuna olevaa vintturia, sekä kuormantekijöitä 2). Nosturin toiminnan puoliautomatisoinnin jälkeen erityinen koneenkäyttäjä osoittautui tarpeettomaksi. Toinen kuormantekijöistä kytkee nosturin toimintaan ja pysäyttää sen.

Havaintoja nipunsiirtotyön ajanmenekistä

Nipunsiirtotyön ajanmenekin määrittämiseksi kerättiin Atrossa kesällä 1957 ja Puntarikoskella kesällä 1958 nipunsiirtotyöstä työaika- ja työtulostilastoa (kummallakin voimalaitoksella ensimmäinen nipunsiirtokausi). Atron aineisto sisältää havainnot 8 302 nipun (89 747 k-m³) ja Puntarikosken aineisto 8 103 nipun (104 410 k-m³) siirtotyöstä. Lisäksi suoritettiin kummallakin paikalla yksityiskohtaisia aikatutkimuksia työntekijäin ajankäytön rakenteen ja keskeytysten suuruuden sekä syiden selvittämiseksi.

Työntekijäin työaika jakaantui tehotyöhön ja keskeytyksiin taulukon 9 osoittamalla tavalla.

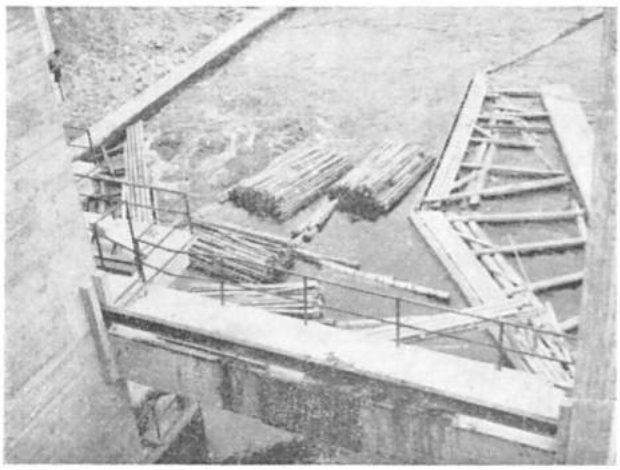
Taulukko 9

Työntekijäin työajan suhteellinen jakaantuminen tehotyöhön ja keskeytyksiin Atrossa ja Puntarikoskella.

Työntekijä	Tehotyö		Keskeytykset	
	Atro	Puntarikoski	Atro	Puntarikoski
	%			
Koneenkäyttäjä ...	86	90	14	10
I kuormantekijä ...	85	74	45	26
II » ...	58	72	42	28
Nipp. työntäjä	22	16	78	84
I järvimies	35	74	65	26
II »	43	89	57	11
III »	—	90	—	10
IV »	—	83	—	17
V »	—	100	—	0
VI »	—	97	—	3

Luvut osoittavat, että Puntarikoskella on yläaltaan puolella työskennelty tehokkaammin kuin Atrossa, mikä onkin ollut välttämätöntä nippujen saamiseksi nosturille. Nippujen työntäjällä taasen on ko. laitoksella ollut vähemmän työtä kuin Atrossa.

Olennaisimpia keskeytyksiä nipunsiirtotyön aikana esittää taulukko 10.



Kuva 14. Atron ala-allas oli varustettu kahdella syväpuomilla sekä pintavirran kehittäjällä. Niistä huolimatta tuotti vaikeuksia saada niput kulkemaan voimalaitoksen imuaukon aiheuttaman vastavirta-alueen poikki. — Valok. Metsäteho

Taulukko 10

Olennaisimmat nipunsiirtotyön keskeytykset.

Keskeytyksen syy	Atro		Puntarikoski	
	min/nippu	%	min/nippu	%
Nippujen puute	0.08	27	0.14	37
Nippujen korjaaminen	0.01	3	0.06	15
Ruuhka ala-altaassa	0.03	10	△	1
Ruuhka yläaltaassa	—	—	0.01	1
Korjaus ja huolto työaikana	0.01	3	0.11	28
Muut	0.17	57	0.07	18
Yhteensä	0.30	100	0.39	100

Nippujen puute Atrossa on järjestelytoimenpitein poistettavissa. Puntarikoskella, missä se on suurin keskeytysten aiheuttaja, se tuskin on eliminoitavissa yläaltaan vaikeiden olosuhteiden vuoksi. Samaa on sanottava Atron osalta nippujen ruuhkautumisesta ala-altaassa.

Kuva 15. Puntarikosken nippunosturi paperipuunippujen täyttämän syöttökanavan puolelta nähtynä. — Valok. Metsäteho.

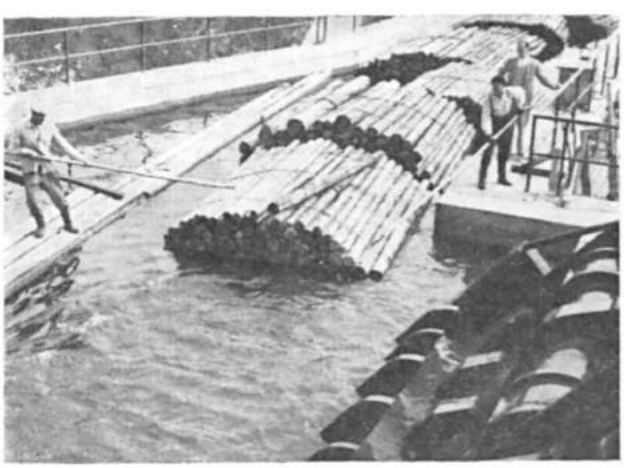
Kuva 16. Valmet Oy:n valmistamaan nippunosturiin kuuluu kaksi kuljetusvaunua, toinen yläveden ja toinen alaveden puolella. Nostovaunun saavuttua ylimpään asentoonsa se odottaa, kunnes laskuvaunu on kobonnut kuorman alle ja siirtyy vasta sen jälkeen alaspäin. Laskuvaunu kuljettaa nipun ala-altaaseen. Taustalla konekoppi. — Valok. Metsäteho.

Nipunsiirtotyön tuotos ja siihen vaikuttavat tekijät

Nipunsiirtotyön tuotos on laskettavissa eri tavoin. Ensinnäkin voidaan määrittää ns. teoreettinen tuotos, jolla tarkoitetaan nosturin häiriöttömän toiminnan aikana aikayksikössä siirrettyjen nippujen määrää. Tällöin nippuja tulee olla koko ajan riittävästi nosturin kuormauspaikalla ja niiden tulee jatkaa alaveden puolella matkaansa ruuhkaantumatta. Teoreettinen tuotos on luonnollisesti korkein saavutettavissa oleva ja sen suuruus riippuu lähinnä nosturin teknillisistä ominaisuuksista.

Toiseksi voidaan laskea tuotos, jonka suuruutta määritettäessä otetaan huomioon ne keskeytykset, jotka ko. olosuhteissa eivät ole vältettävissä. Rajankäynti vältettävissä olevien keskeytysten ja pakollisten keskeytysten välillä on kuitenkin vaikeata ja usein myös tulkinnan varaista. — Atrossa keskeytyksiä aiheutui lähinnä nippujen ruuhkaantumisesta ala-altaassa. Puntarikoskella taasen kanava, jota myöten niput saapuivat nosturin ulottuville, osoittautui koko siirtotyön »pullonkaulaksi». — Tästä tuotoksesta voidaan käyttää nimitystä optimaalinen.

Edelleen tuotos voidaan laskea siten, että kaikki aikatutkimusten aikana sattuneet keskeytykset otetaan huomioon keskiarvoa laskettaessa. Tällainen aikatutkimusten mukainen tuotos on tietenkin alhaisempi kuin edelliset ja se ottaa huomioon nosturin voimalaitokselle sijoittamistavasta johtuvat vaikeudet.



Kuva 17. Nippujen työntäminen nostovaunuun käynnissä Puntarikoskella. — Valok. Metsätebo.

Alhaisimmaksi tuotos muodostuu, jos se lasketaan koneenkäyttäjälle maksettujen työtuntien perusteella. Tällöin näet nekin keskeytykset tulevat mukaan luetuiksi, joiden aikana koko nostotyö on ollut keskeytyksissä nosturin korjauksen ja huollon, nippujen syöttäjien muissa töissä olon tai muun vastaavanlaisen syyn vuoksi.

Nämä erilaiset tuotosarvot ilmenevät taulukosta 11.

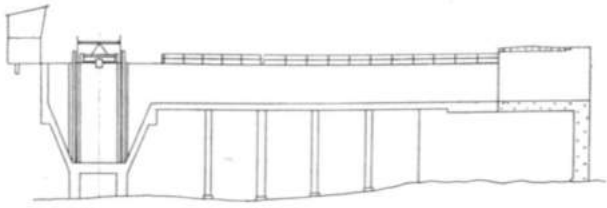
Taulukko 11

Nippunostureiden tuotosarvot.

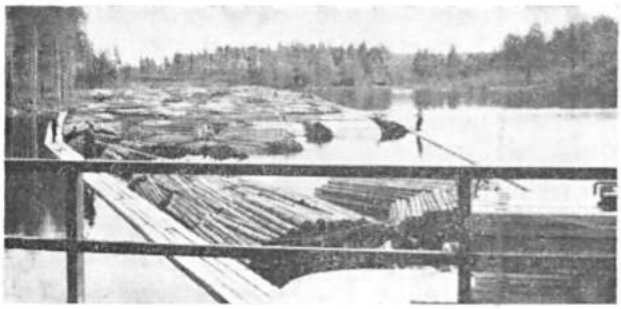
Tuotos	Atro		Puntarikoski	
	nippua/t	Suhde	nippua/t	Suhde
Teoreettinen tuotos	33.3	100	48.4	100
Optimaalinen keskituotos	30.2	91	34.8	72
Aikatutkimusten muk. keskit.	28.6	86	28.3	58
Maksettujen työtuntien muk. keskituotos	14.5	44	15.8	33
Arvio keskituotoksesta jatkuvassa työssä	26.0	78	32.0	66

Näihin tuotosarvoihin ei ole kiinnitettävä liiaksi huomiota, sillä nostureiden teknillisiä ominaisuuksia muuttamalla niihin voidaan huomattavasti vaikuttaa. Mainittakoon, että Atron nosturille asetettu tehovaatimus oli 20 nippua/t ja Puntarikosken nosturille 40 nippua/t. — Olennaisia ovat paikallisista järjestelyistä, ammattitaidosta yms. johtuvat tekijät.

Tuotos riippuu voimakkaasti ammattitaidosta. Esim. Atrossa oli kesäkuun keskituotos kerätyn tilaston mukaan 17.3 nippua/t ja heinäkuun keskituotos 21.5 nippua/t. Puntarikoskella keskituotos oli 21 en-



Kuva 18. Kaaviopiirros Puntarikosken nipunsiirtolaitoksesta sivulta katsottuna.



Kuva 19. Nippujen kuljettaminen syöttökanavaan käynnissä Puntarikoskella. Verraten etäällä kanavan suusta virta painaa nippuja oikeanpuoleista puomia vasten. Sen sijaan lähellä kanavan suuta (sillan alla) virtaus on niin vähäistä, ettei siitä ole haittaa, mutta ei myöskään hyötyä nippujen kuljetukselle. — Valok. Metsäteho.

simmäisenä työpäivänä 25.7 nippua/t ja 22 viimeisenä 31.0 nippua/t sekä viimeisenä työviikkona peräti 37.3 nippua/t.

Metsähallituksen insinööriosaston antamien tietojen mukaan keskituotos jatkuvassa työssä oli kesällä 1959 Atrossa 26.8 nippua/t ja Puntarikoskella 28.7 nippua/t huolimatta siitä, että työryhmiä oli pienennetty. Tuotoksen nousu on johtunut toisaalta työn järjestämisestä urakkapalkkauksen pohjalle, toisaalta ammattitaidon lisääntymisestä. — Ilmeisesti Puntarikoskella on odotettavissa keskituotoksen suurentuminen vielä viime kesäisestäkin.

Nipunsiirtotyön järjestelyssä huomioon otettavia tekijöitä

Edellä on nipunsiirtokysymystä tarkasteltu lähinnä Atrossa ja Puntarikoskella määritettyjen lukujen perusteella, jotka koskevat vain näitä nipunsiirtolaitoksia. Tärkeintä kuitenkin on vetää saaduista luvuista oikeat johtopäätökset vastaisuudessa rakennettavia nipunsiirtolaitoksia varten. — Pyrkimättä vertaamaan eri nosturityyppejä keskenään yritetään lopuksi tehdä tällaista analyysiä.

Seuraaviin seikkoihin olisi vastaavien nipunsiirtolaitosten sijoittelussa kiinnitettävä huomiota.

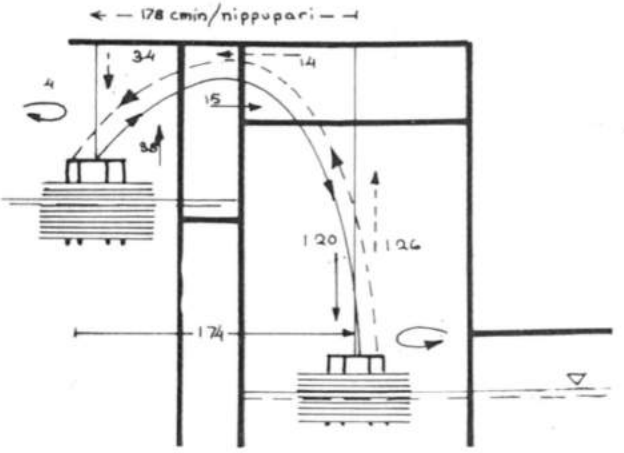
1. Nosturi tulisi sijoittaa voimalaitokselle siten, että veden virtaaminen turpiineihin auttaa mahdollisimman paljon nippujen kuljetusta nosturin luo.

2. On eduksi, jos syöttökanava voi olla lyhyt (minimi nipun pituus). Mikäli on pakko käyttää pitkää kanavaa esim. nippujen saamiseksi riittävän etäälle ala-altaassa voimalaitoksen ns. imuaukosta, kanavan

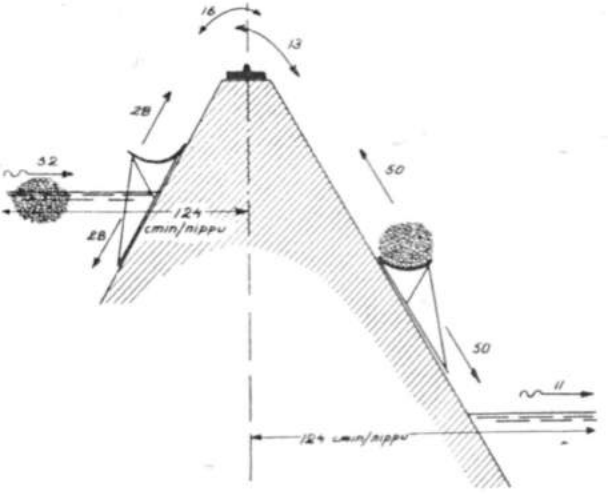
tulee olla leveydeltään sellainen, etteivät lyhyimmätkään niput niitä työnnettäessä kiilaannu vinottain kanavan seinien väliin. Jos syöttökanavan päähän tehdään levennys, sen tulisi sijaita nosturin puolella.

3. Jos joudutaan käyttämään pitkää syöttökanavaa, nippujen kuljetus sitä myöten voitaneen järjestää vintturilla tapahtuvaksi kuvan 22 osoittamalla tavalla.

4. Nosturin tulee jättää niput ala-altaassa sellaiseen paikkaan, että ne lähtevät virtaavan veden mukana eteenpäin ilman pintavirran ke-



Kuva 20. Kaavio, josta ilmenee nippuparin teoreettinen siirtoaika cmin:eina Atrossa ja sen jakaantuminen kuljetuselimen reitin eri osille. Kuljetuselimen palautus merkitty katkoviivalla.



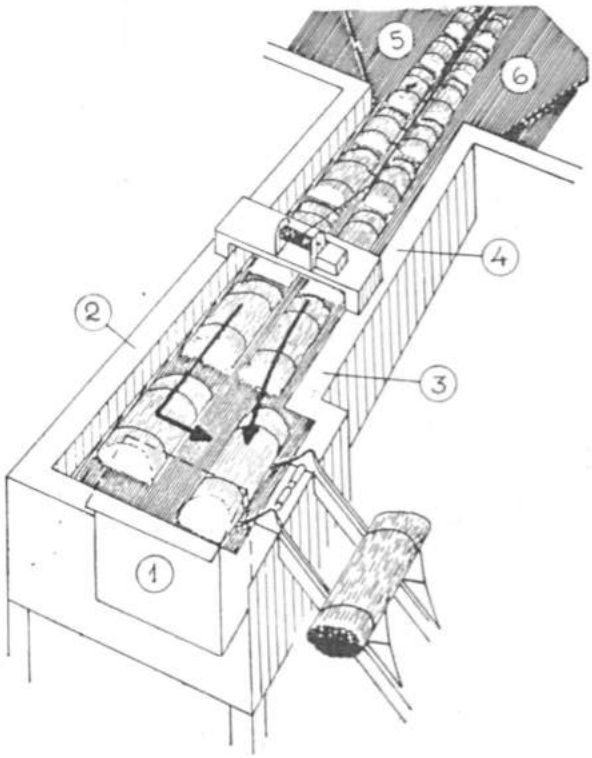
Kuva 21. Kaavio, josta ilmenee nipun teoreettinen siirtoaika Puntarikoskella ja sen jakaantuminen nosturin radan eri osille.

hittäjää tai ala-altaan miehitystä, olipa turpiinien kuormitusaste mikä tahansa. Jos voimalaitoksella on sivupato, nosturi on ilmeisesti syytä sijoittaa tämän tavoitteen saavuttamiseksi siihen. Ellei sellaista ole, on nosturiin m/Kone Oy rakennettava riittävän pitkä ajorata ja nosturi m/Valmet sijoitettava riittävän pitkän syöttökanavan päähän.

5. Nosturi olisi sijoitettava siten, että pisimmätkin niput ja niistä mahdollisesti pitkälle ulottuvat pölkyt pääsevät esteettömästi siirtymään ilman tavaran uudelleen niputtamista tai pölkkyjen lyhyemmiksi sahaamista.

Muutoin olisi otettava huomioon seuraavat seikat.

6. Nosturi olisi teholtaan mitoitettava sellaiseksi, että nippujensiirto voi keskeytyksettä jatkua ilman suurien nippuvarastojen muodostumista yläaltaan puolelle ja ilman siirtomiehistön sanottavia keskeytysaikoja.



Kuva 22. Periaatepiirros syöttökanavasta, johon niput vedetään painikeohjaimella varustetulla vintturilla säikeisiin koottuina. — 1 koneenkäyttäjän, 2 ja 3 nippujen syöttäjien, 4 nippujen irrottajan ja vintturin käyttäjän sekä 5 ja 6 järvimiesten sijoitus.

7. Niput olisi pyrittävä tekemään mahdollisimman suuriksi, koska kuljetusaika nosturille ei sanottavasti riipu nipun koosta ja koska varsinainen nipunsiirtoaika nosturilla on vakio siirtokertaa kohti nipun koosta riippumatta.

8. Kuta suurempi on vuosittain siirrettävä puutavaramäärä, sitä halvemmiksi tulevat siirtokustannukset.

Nipunsiirtolaitosten kalliista hinnasta johtuen kiinteiden kustannusten (korot ja kuoletukset) osuus nipunsiirron kokonaiskustannuksista on näet huomattavan suuri (Atrossa n. 73 % ja Puntarikoskella n. 76 %).

9. Työntekijäin palkkaus olisi järjestettävä urakkapohjalle ja koneenkäyttäjäksi olisi valittava, esim. testaukseen turvautumalla, ominaisuuksiltaan hyvin ko. tehtävään sopiva henkilö.

The Moving of Timber Bundles at Hydroelectric Power Stations. Observations Made at Atro and Puntarikoski

Kalle Putkisto

Summary

In countries like Finland where floating is an important form of timber transport power stations have become a problem for floating operations. Dams close to the floatways and rivers in which the flowing water earlier carried the timber have become lake-like basins.

There are several methods by which timber can be moved past the power plants. The most common is sluice construction. A sluice presupposes that the logs are floated singly. It is also a heavy consumer of water, which is naturally a loss to power economy. As bundle floating is in the majority of cases the most advantageous method of floating timber in stepped floatways, bundle lifts are being constructed at power plants to get the bundles past them. They have the advantage of not consuming water.

The present article, based on observations from Atro and Puntarikoski, is concerned with the requirements that bundle floating makes on the floatway, the time expended on bundle towage and the experience gained with the use of two different bundle lifts.

The following is a summary of the observations made on floating bundles to a power station.

1. The depth of the bundle floatway must be a minimum of 2.2 m calculated at lowest water during the floating season when the bundles measure 12 . . . 15 solid cu.m.

2. The width of the bundle floatway depends on the method of floating. The methods involved are the towage of strings of bundles, towage of booms of bundled logs, and floating bundles singly. If the width of a string of bundles is two bundles (c. 14 m), a floatway width of 18 m is insufficient if there are bends in the floatway and stretches where the current is strong. The minimum width for two strings of bundles is probably c. 25 m, and even then the floatway should be fairly straight and practically without any current. The floatway for floating single bundles, if not manned, must be 10 m wide or wider when the depth is 2.2 m.

3. Single-bundle floating is an important method of transport in places where the costs of building an artificial floatway would be exorbitant or in which the floatway lends itself naturally to floating single bundles. It should be remembered in deliberating its use that each part of the floatway where the method must be changed causes additional costs.

4. If it is to succeed, single-bundle floating requires a current of 0.30 m/sec. or higher and the booming of the floatway to prevent the bundles from drifting onto shallows.

5. According to timings on the Atro floatway, applicable to the vessels used there, the time expended on transporting bundle string rafts per cubic unit of timber is smaller than that consumed on transporting booms of bundled logs; this is valid for distances over 1.2 km provided that the interruption times are disregarded, the loads are equal in size and the floatway is equally suitable for either form of raft floating.

6. In comparing the economy of these two forms of rafts, attention must be paid to certain other factors besides the time expended per cubic unit of the timber by the vessels and their crews and on tying the steel wires of the booms, etc. These considerations are the cost of load-making not done by the vessel crews, the cost of interruptions, etc. However, the material available did not permit any such economy comparison between the different raft floating methods. It is obvious, nevertheless, that the economic transport of booms of bundled logs presupposes short distances and conditions in which it is not possible to make up large loads from one and the same place.

7. The Atro floatway in its present form is an example of a floatway unsuitable for transporting a string of bundles. The best solution for the conditions in question is probably to tow the bundles in a boom from the bundling site to the start of the narrow stretch, to float them loose through the narrows and then to move them in a boom of bundled logs across the artificial lake to the power plant.

An abstract concerning the moving of bundles across the power station dam is given in Metsäteho Report No. 158 (The Moving of Timber Bundles at the Atro and Puntarikoski Power Plants).

Kirjallisuutta

Metsähallitus. Insinööriosasto 1959. Atron ja Puntarikosken nipunsiirtotulokset v. 1959. Konekirjoite.

Putkisto, Kalle 1958. Eräitä ennakkotietoja Atron voimalaitoksella kesällä 1957 suoritettujen nipunsiirtotutkimusten tuloksista. Metsätehon vain jäsenilleen tarkoittama tiedoitus 1/58. Helsinki.

— » — 1958. Eräitä ennakkotietoja Puntarikosken voimalaitoksella suoritettujen nipunsiirtotutkimusten tuloksista. Metsätehon vain jäsenilleen tarkoittama tiedoitus 6/58. Helsinki.

— » — 1959. Puutavaranippujen siirto Atron ja Puntarikosken voimalaitoksilla. Metsätehon tiedoituksia 158. Helsinki.

METSÄTEHON JULKAISUJA

METSÄTEHO PUBLICATIONS

N:o 1. Metsätyöntutkimukset. Metsätyöntutkimuskursseilla 4. 6.—15. 6. 1945 pidettyjä luentoja. 1945.

„ 2. Metsätyöntutkimukset II. Metsätyöntutkimuskursseilla 12. 6.—16. 6. 1946 pidettyjä luentoja. 1947.

„ 3. Metsätyöläisten elinkustannuksista talvella 1946. Jaakko Vöry. 1947.

„ 4. Tutkimuksia vanerikoivujen hankinnasta I. Koivupölkkyjen kuutiosuhteista. Kalle Putkisto. 1947.

„ 4a. Koivupölkkyjen kuutiosuhdetaulukkoja. Kalle Putkisto. 1947.

„ 5. Tutkimuksia vanerikoivujen hankinnasta II. Aikatutkimuksia vanerikoivujen rasiinkaadosta, karsimisesta ja katkomisesta. (Summary: Investigations Concerning the Logging of Veneer Birches II. Time Studies on the summer felling, branching and bucking of veneer birches.) Kalle Putkisto. 1947.

„ 7. Aikatutkimuksia pinopuutavaran teosta. Olli Makkonen. 1947.

„ 8. Aikatutkimuksia paperipuiden varastokuorinnasta ja -katkonnasta. (Summary: Time Studies Concerning the Barking and Bucking of Pulpwood into Bolts on the Landing and other Storage Site.) Arno Tuovinen. 1948.

„ 9. Leimikon tiheyden vaikutus pinopuutavaran tekoon. (Summary: Influence of the Density of the Trees Marked for Felling on the Making of Cordwood.) Olli Makkonen. 1948.

„ 10. Tutkimuksia pinotavaran autokuljetuksesta. (Summary: Investigations into Truck Hauling of Piled Wood.) Veijo Heiskanen. 1948.

„ 11a. Tutkimuksia paperipuiden hankinnasta Pohjois-Suomessa. I Kuorimishukka ja kuutiosuhteet. (Summary: Investigations into Logging of Pulpwood in North-Finland. I. Barking Waste and Volume Ratios.) Arno Tuovinen. 1948.

„ 11b. Tutkimuksia paperipuiden hankinnasta Pohjois-Suomessa. II Veteen vieritys. (Summary: Investigations into Logging of Pulpwood in North-Finland. II. Rolling into Water.) Arno Tuovinen. 1948.

„ 12. Tutkimuksia paperipuiden hankinnasta Pohjois-Suomessa. III Eri pituisten kuorellisten paperipuiden ajo. (Summary: Investigations into Logging of Pulpwood in North-Finland. III. Horse Sled Haul of Unbarked Pulpwood of Different Lengths.) Arno Tuovinen. 1948.

„ 13. Metsätyöntutkimukset III. Metsätehon kirjoitukset Metsätaloudellisessa Aikakauslehdessä n:o 5/1948. (Articles, summarized in English.) 1948.

„ 14. Aikatutkimuksia pinopuutavaran valmistuksesta Pohjois-Suomessa. (Summary: Time Studies on the Cutting of Cordwood in North-Finland.) Arno Tuovinen — Sakari Leskinen. 1948.

„ 15. Hevosvarsiteiden hoitakalustosta ja hoidosta. (Summary: On the Equipment for the Maintenance of Main Roads for Horse-Haulage and on Their Maintenance.) K. Putkisto — J. E. Arnkil. 1948.

„ 16. Suomen metsäteollisuuden raakapuun saanti metsätaseen kannalta tarkasteltuna. I Koko valtakunnan yleisselvittely. (Summary: The Supply of Wood as Raw Material for the Finnish Forest Industries. I. Total for the Whole Country.) Eino Saari. 1948.

„ 18. Aikatutkimuksia tukkien ja paperipuiden teosta talvella. (Summary: Time Studies on Making of Logs and Pulpwood in Winter Conditions.) Olli Makkonen. 1949.

„ 19. Maan routaantumisesta tilapäisten talviautoteiden rakentamisen kannalta. (Summary: On Freezing of Soil with a View to Building of Temporary Winter Truck Roads.) Aulis E. Hakkarainen. 1949.

„ 20. Tutkimus maalle nostettujen rampapuiden uitosta Kemijoella. (Summary: Investigation into Floating on River Kemijoki of Waterlogged Timber Lifted Ashore.) Arno Tuovinen. 1949.

Käännä

1/1 Ö. pun. pelet.

N:o 21. Moottorisahat ja niiden käyttö Ruotsin metsätaloudessa. Käytännön kokemuksia ja S. D. A:n tutkimusten tuloksia. (Power-Saws. Their Possibilities in Swedish Forestry.) (Summary in English in the original Swedish publication, S.D.A. Meddelande n:r 32, 33. Stockholm. 1948.) Greger Carpelan. 1949.

„ 22. Metsätöiden tehostaminen. Luentopäivillä v. 1948 pidettyjä esitelmiä. (Rationalisation of Forest Work. Lectures held during the Lecture Session of 1948. Summaries.) 1949.

„ 23. Tutkimuksia sahatukin pituuden, lenkouden ja kapenemisen vaikutuksesta sydäntavaran pituuteen ja leveyteen. (Summary: Investigations into the Effect of Length, Crooked Growth, and Taper of Saw Log on the Length and Width of the Most Valuable Lumber.) A. J. Ronkanen. 1950.

„ 24. Puutavaran rantavarastojen talviniputuksesta. (Summary: Shore Storage Site Bundling of Timber in Winter.) Arno Tuovinen. 1950.

„ 25. Hakkuutöiden aikatutkimustulosten soveltaminen käytäntöön. (Summary: Practical Application of the Results of Time Studies in Logging.) Olli Makkonen. 1950.

„ 26. Juoksumetritaksan käyttö »ylijäreissä» paperipuuleimikoissa. (Summary: Application of the Running Metre Rate on »Oversized» Pulpwood Stands Marked for Cutting.) Olli Makkonen. 1950.

„ 27. Puutavalauttojen vetovastuksista ja mahdollisuuksista lauttauksen kehittämiseksi. (Summary: On Timber Raft Drag and the Possibilities of Developing Rafting.) Risto Eklund. 1952.

„ 28. Halkojen ja polttorankojen teko. (Summary: Making of Firewood and Firewood Barked in Strips.) Olli Makkonen. 1952.

„ 29. Paperipuiden kuivumisesta ja varastoimisvioista metsävarastoinnin aikana. (Summary: On the Seasoning of Pulpwood and Storage Defects Incurred During Forest Storage.) Arno Tuovinen. 1952.

„ 30. Tutkimuksia puutavaran vedestä nostosta. (Summary: Investigations into the Lifting of Timber from Water.) Kalle Putkisto. 1953.

„ 31. Eräiden metsätöiden aikatutkimusaineistojen analyysiä. (Summary: Analysis of the Time Study Materials of Some Forest Jobs.) Jaakko Vöry. 1954.

„ 32. Puutavaran valmistuksen keskityötulosten määrittäminen tilastoteitse. (Summary: Statistical Determination of the Average Work Performance in the Preparation of Timber) Jaakko Vöry. — Metsätöiden vertailevan aikatutkimuksen periaate. (Summary: The Principle of Comparative Time Studies in Forest Work.) Olli Makkonen. 1954.

„ 33. Puutavaran hevoskuljetus. Työntutkimus. (Summary: Horse Haulage of Timber, Work Study.) Olli Makkonen. 1956.

„ 34. Kuorellisten mäntytukkien pilaantumisesta. (Summary: On the Deterioration of Unbarked Pine Logs.) Arno Tuovinen. 1956.

„ 35. Hakkuumiesten metsätyöajan käyttö. (Summary: The Expenditure of forest Working Time by Loggers.) Aulis E. Hakkarainen. 1956.

„ 36. Tutkimuksia pyörätraktoreiden käytöstä puutavaran metsäkuljetuksessa. Teknillistaloudellinen selvittely. (Summary: Investigations of the Use of Wheel Tractors for the Forest Transport of Timber. Techno-Economic Analysis.) Kalle Putkisto. 1956.

„ 37. Koivu-, haapa- ja kuusipaperipuiden teko. Työntutkimus. (Summary: Making of Birch, Aspen and Spruce Pulpwood. Work Study.) Olli Makkonen. 1957.

„ 38. Ajomiesten metsätyöajan käyttö. (Summary: The Expenditure of Forest Working Time by Hauliers.) Aulis E. Hakkarainen. 1957.

„ 39. Pinotiheystutkimuksia. I Koivupaperipuut. II Haapapaperipuut. III Pienilläpimittaiset kuusi- ja mäntypaperipuut. (Summary: Pile Density Studies. I Birch pulpwood. II Aspen pulpwood. III Small-sized spruce and pine pulpwood.) Olli Makkonen. 1958.

„ 40. Jäälle varastoitujen havutukkien uppoamis- ja laatutappiot. (Summary: Sinkers and Quality Losses in Softwood Logs Stored on the Ice.) Arno Tuovinen. 1958.

„ 41. Työntutkimuksia halkojen ja polttohakerankojen hankinnasta (Summary: Work Studies of the Logging of Split Fuelwood and Long Logs for Fuel Chips.) Olli Makkonen. 1959.

„ 42. Kuorellisten havutukkien hyönteispilaantuminen ja sen ehkäisy. (Summary: Insect Damage to Ubarked Softwood Logs and Its Prevention.) Olli Makkonen. 1959.

„ 43. Puutavaranippujen siirto voimalaitoksilla Atrosta ja Puntarikoskelta tehtyjen havaintojen perusteella. (Summary: The Moving of Timber Bundles at Hydroelectric Power Stations. Observations Made at Atro and Puntarikoski.) Kalle Putkisto. 1960.

Helsinki 1960. J. Simelius'en Perillisten Kirjapaino Oy