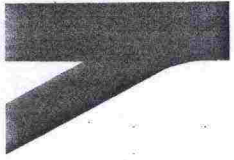


30387



**Publications of  
Export Services**

Helsinki 1992

**Finnish National  
Road Administration**  
Overseas  
Projects Office

3 TIEL/Puu

# **PUUTAVARAN VESIKULJETUS ERI MAISSA**

**ENGLISH SUMMARY: WATER TRANSPORT OF WOOD  
IN DIFFERENT COUNTRIES**

---

08 TIEL



Tietaitos  
Tiehallituksen kirjasto

Doknro: 930297  
Videnro: 930387

Finnish National Road Administration (FinnRA)

Overseas Projects Office

Opastinsilta 12, Helsinki

Postal address:

P.O.Box 33

SF-00521 HELSINKI

358-0-148 721

358-0-1487 2775

121108 tieh sf

Tel. Int.

Telefax Int.

Telex

<b>1 UITTOA HARJOITTAVIA MAITA</b> .....	1
1.1 Suomi .....	1
1.2 Kanada .....	3
1.3 IVY .....	7
1.4 Kiina .....	8
1.5 Thaimaa .....	9
1.6 Myanmar .....	12
1.7 Vietnam .....	15
1.8 Indonesia .....	16
1.9 Malesia ( Sabah ) .....	19
1.10 Intia .....	22
<b>2 VAIKUTUKSET PUUN LAATUUN JA JALOSTUKSEEN</b> ...	23
2.1 Sienet .....	23
2.2 Bakteerit .....	24
2.3 Hyönteiset .....	27
2.4 Tanniini .....	27
2.5 Kuivuminen, kosteuspitoisuus ja halkeilu .....	27
2.6 Kyllästys .....	30
2.7 Sahatavaran jatkokäyttö .....	30
2.8 Selluloosa .....	31
2.8.1 Sulfaattikeitto .....	31
2.8.2 Sulfiittikeitto .....	31
2.8.3 Varastointiviat .....	32
2.9 Mekaaninen/termomekaaninen massa .....	34
2.10 Energiankulutus .....	34
2.11 Paperin valmistus .....	34
2.12 Kuori .....	34
2.13 Muiden sivutuotteiden saanto .....	35
<b>3 VAIKUTUKSET YMPÄRISTÖÖN</b> .....	35
3.1 Fysikaaliset vaikutukset .....	35
3.1.1 Pudotuspaikat .....	35
3.1.2 Varastointi .....	37
3.1.3 Erottelu ja kuljetus .....	38
3.2 KEMIAALLISET VAIKUTUKSET .....	38
3.2.1 Kuori- ja hienoaineksen hajoaminen .....	38
3.2.2 Uuteaineet .....	39
3.3 ERITELLYT VAIKUTUKSET .....	40
3.3.1 Veden laatu .....	40
3.3.2 Kasvisto .....	41
3.3.3 Pieneliöstö .....	41
3.3.4 Kalat .....	44
3.3.5 Vesistön hydrologia .....	46
3.3.6 Virkistyskäyttö .....	46

4 PROOMUKULJETUKSIA . . . . .	47
4.1 Yleistä proomukuljetuksesta . . . . .	47
4.2 Proomutyypit . . . . .	48
4.3 Proomukuljetus eri maissa . . . . .	50
4.3.1 Suomi . . . . .	50
4.3.2 Kanada . . . . .	50
4.3.3 Indonesia . . . . .	53
4.3.4 Intia - Andamanin ja Nicobarin saariryhmä . . . . .	53
4.3.5 Filippiinit . . . . .	56
4.3.6 Mekong-joen alue . . . . .	56
4.3.7 Vietnam . . . . .	56
4.3.8 Etelä - Amerikka . . . . .	56
5 ENGLISH SUMMARY . . . . .	64

## ESIPUHE

"Puutavaran vesikuljetus eri maissa"-raportin tarkoituksena on kartoittaa maailmanlaajuisesti puutavaran vesikuljetusmuotoja eri maissa. Lisäksi tarkastelun kohteena ovat uiton vaikutukset puun laatuun ja ympäristöön. Työ aloitettiin tekijän toimesta kesäkuussa 1992 tiehallituksen vientipalvelukeskuksessa. Julkaisu on sisältönsä mukaisesti jaettu neljään eri kappaleeseen. Eri maiden vesikuljetustilanteesta on kerätty tietoa alan seminaareista/symposiumeista/konferensseista. Nämä tiedot ovat suurimmalta osaltaan peräisin 1970- ja 1980-luvun vaihteen ajoilta. Aihekohtaisen aineiston hakua on suoritettu eri tietokannoilla (mm. Cab Abstract, Cab Tree, Agricola, Agris, Biosis, Tenttu ja Compendex Plus). Tiedot ovat aihekohtaisesti varsin kattavia ja ajantasalla varsinkin puun laatu- ja ympäristövaikutuskappaleissa. Maakohtaisesti aineistossa on selviä puutteita johtuen eräiden maiden osallistumattomuudesta alan kokouksiin tai yleisesti käytettävissä olevien tietolähteiden rajallisuudesta.

Vesikuljetuksen määrällä ja tavalla on suora yhteys kysymyksessä olevan maan kehityksen tasoon. Kehitysmaille uitto tarjoaa energiaa säästävän ja helpon kuljetustavan, joka alentaa kustannustasoa. Näin ollen kehitysmaiden kasvulle tärkeä kilpailukyky nousee. Suomessa tai muussa kehittyneemmässä maassa uitto-volyymit ovat saavuttaneet huippunsa jo aikaisemmin ja muut muodot kuten proomu- ja maantiekuljetus saavat oman osansa raakapuun kuljetuksesta.

Työn ohjaaja apulaisjohtaja Lassi Rämö ja muut työtoverini ovat olleet ymmärtäväisiä tekemääni työtä kohtaan ja auttaneet minua tarvittaessa esille tulleissa ongelmissa. Heille ja muillekin työtäni avustaneille esitän parhaimmat kiitokseni.

Helsingissä 20.8.1992

Tommi Lehtisalo

## EXECUTIVE SUMMARY

The purpose of the study "Water transport of wood in different countries" is to evaluate the alternating water transport methods of wood worldwide. In addition, an overview of different impacts of floating and rafting to the surroundings and wood quality is included. The study was initiated in July 1992 at the Finnish National Road Administration (Overseas Project Office).

The publication is divided to four main categories in the order of its contents. The main information sources for water transport methods in different countries come from seminars, symposiums and conferences specified in this area. The obtained data is for the most part from the late 1970's and early 1980's origin. To collect information in specified sections/ areas, several data-banks have been used in the search for information sources (Cab Abstract, Cab Tree, Agricola, Agris, Biosis, Tenttu and Compendex Plus). The information in specified areas is quite broad and recent especially in the wood quality and environmental effects sections. For specific country regions there is generally poor knowledge in consequence of countries not participating in meetings or because of limited information sources.

The amount and method of water transportation of wood has been related closely to the development state of a country. In developing countries the floating/rafting of wood provides an energy saving and smooth transportation alternative which reduces rates of cost. This way the competitiveness, which is very important for developing countries, rises. In Finland and in other industrialized countries volumes of floating/rafting have already reached their peak and are being replaced by other methods of transport such as barging and road transport, which are becoming more common.



Director of Overseas Projects Office, Lassi Rämö, and other personnel have had an understanding attitude towards my survey and have been most helpful to me in clearing up problems during the study. Thanks go also to all others who have furthered the completion of this survey.

Helsinki, 20th of August, 1992

Tommi Lehtisalo

## 1 UITTOA HARJOITTAVIA MAITA

### 1.1 Suomi

Uitolla on Suomessa huomattava merkitys metsäteollisuuden raakapuun kuljetuksessa. Vuonna 1990 n.43 milj.m<sup>3</sup> hakatusta puusta meni teolliseen käyttöön. Määrästä 13.5% oli uittopuuta uiton kuljetussuoritteiden osuuden ollessa n.22.5%. Uittokuljetusketjun keskimääräinen kokonaispituus oli 279 km, josta varsinaisen uiton osuus oli 231 km.

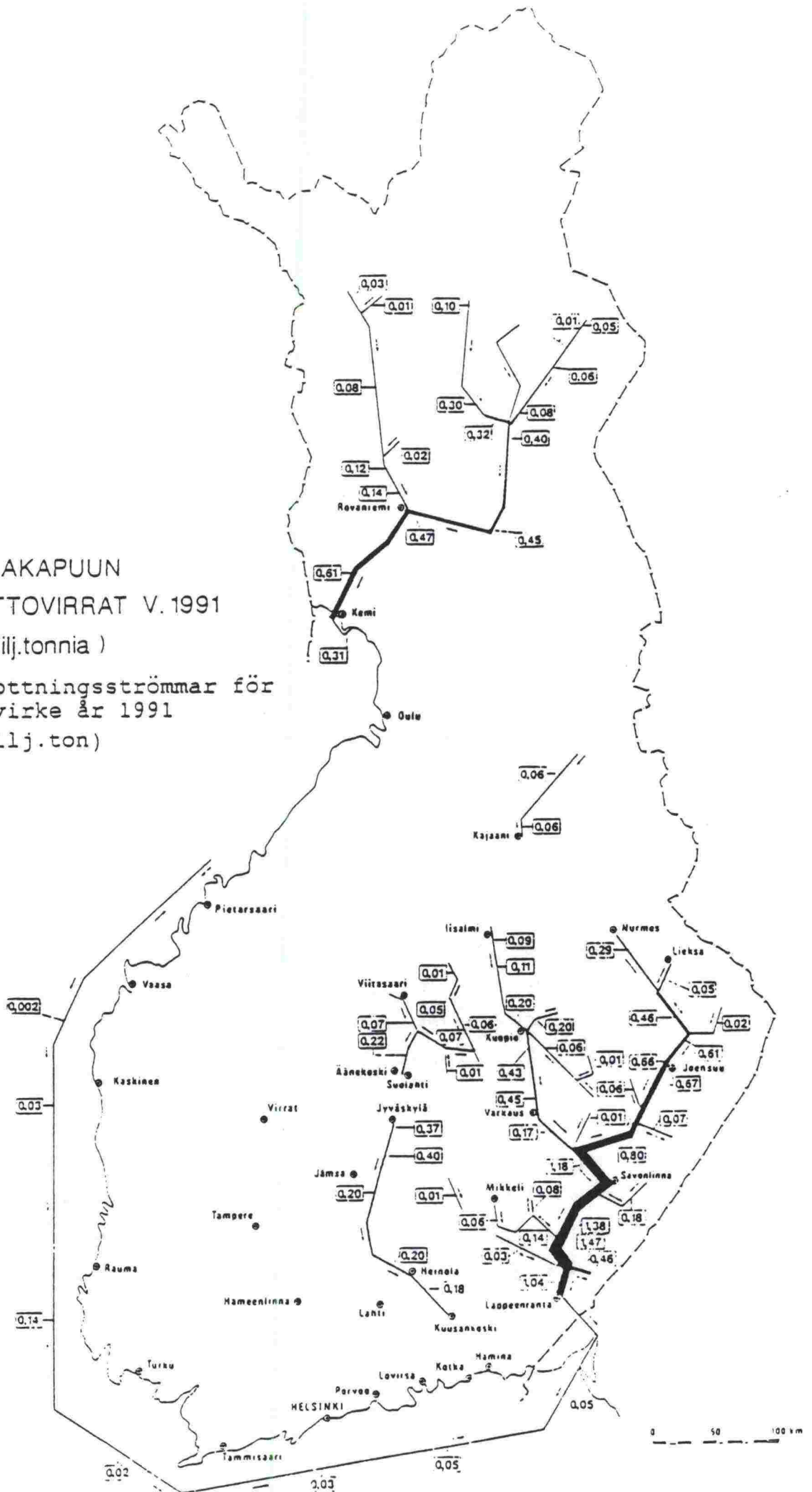
Suomessa on uittoa käytetty hyväksi koko teollisen toiminnan ajan. Uittoväylien yhteispituuden lasketaan olleen 40 000 km:n luokkaa; lähes kaikissa mahdollisissa väylissä purot mukaanluettuna on joskus uitettu puutavaraa. Nykyisin käytössä olevan uittoväylästäön pituus on meriväylät mukaanlukien n.8000 km (kokonaispituudesta on jo vähennetty Kemi- ja Iijoen lopetetut irtouitot). Pääosa uitosta suoritetaan suurilla järviolueilla kuten Saimaalla ja Päijänteellä sekä merenrannikoilla (kuva 1).

Nippu-uitto on nykyisin vallitseva uittomuoto. Kemi- ja Iijokien ympäristölle haitallisesta irtouitosta on yritetty siirtyä myös nippu-uittoon; kustannukset olisivat kuitenkin nousseet liian suuriksi saatuun hyötyyn nähden. Lisäksi voimalaitosten Uittoyhdistyksille maksamat kompensatiot edistivät koko uittotoiminnan lopetusta näillä väylillä. Nippu-uitolle on tyypillistä toiminnan keskittyminen määrättyille toimintapaikoille, joissa toiminnan intensiteetti on voimakasta, kuten nippujen pudotuspaikalle veden rajalle. Lisäksi nippu-uitto tarvitsee vain kymmenyksen irtouiton vaatimasta vesipinta-alasta.

Nippu-uittoon puutavara tulee pääasiassa pudotuslaitureiden kautta tai talvella jääille ajopaikkoihin. Jään vahvistamiseksi ajetaan talvella jään pinnalle vettä. Tyypillinen nippukoko on 3.5m x 5 - 10m. Riippuen kuljetetun puun lajista ja kosteudesta uittoväylän syvyyden on oltava vähintään 2.5 - 3.0 m. Uittopuuta jaetaan kuitupuuhun (hiomokuusi) ja tukkipuuhun (mänty- ja koivutukki). Kuljetettavien nippulauttojen koot ovat tilavuudeltaan keskimäärin 25 000 m<sup>3</sup> suurimpien lauttojen ollessa n. 50 000m<sup>3</sup> (1 tonni vastaa n. 1.25 m<sup>3</sup>). Nippujen yksittäinen siirto voimalaitosten patojen tai muiden esteiden ohitse kuljetusreitillä tapahtuu erityisesti nippujen käsittelyyn tarkoitetuilla nostureilla.

RAAKAPUUN  
UITTOVIR RAT V. 1991  
( milj.tonnia )

Flottningsströmmar för  
råvirke år 1991  
( milj.ton )



Suomessa hakkuut painottuvat talvikauteen ja uittokausi alkaa heti jäiden lähdettyä jatkuen marraskuulle aina jäiden tuloon asti. Nippujen pinnan kuivumisen estämiseksi hinauksen aikaista kastelua pyritään kehittämään. Myös toimivan aikataulu-uiton kehittäminen sekä nippujen koneellinen uittoon siirtäminen sekä hinauksen aloittaminen välittömästi veteenajojakson päätyttyä lisäävät uiton kilpailukykyä.

## 1.2 Kanada

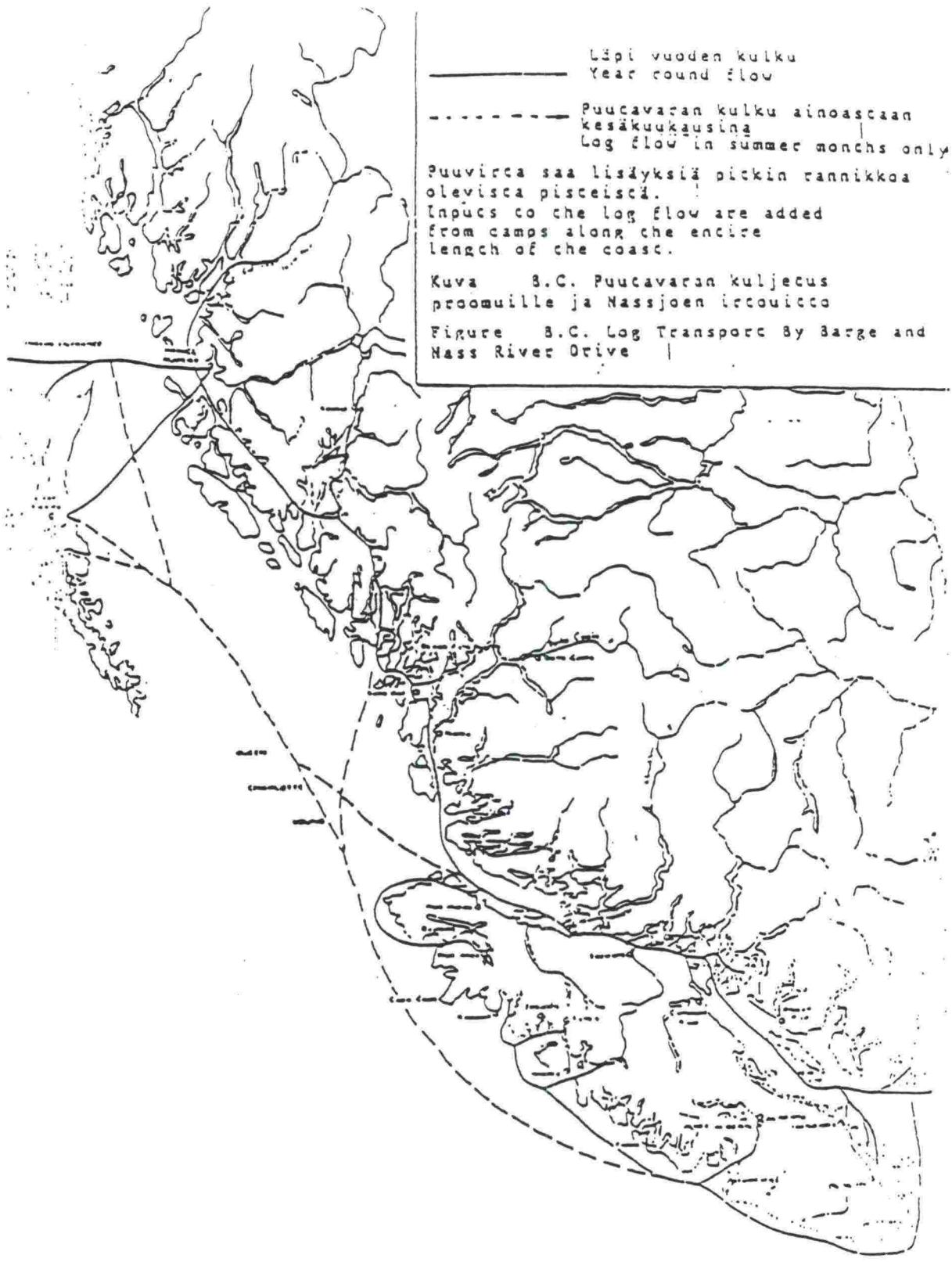
Uittotoiminta Kanadassa jakautuu selvästi alueittain itä-osan irtouittoihin ja länsirannikkonippu-uittoihin. Itä-osan Quebecinosavaltion metsäpinta-ala on n.62 milj. ha, josta valtio omistaa 90%. Vuotuinen hakkuumäärä on n.38 milj. m<sup>3</sup> eli 22 % koko Kanadan vuotuisesta hakkuumäärästä. Lisäksi itäisillä Newfoundlandin ja New Brunswickin alueilla ja erityisesti St. Mauricejoella irtouitetaan puuta (kuva 2). Länsirannikon nippu-uitto ja -hinaus on keskittynyt British Columbian alueelle, jonka metsäpinta-ala on n.56 milj. ha ja vuotuinen hakkuumäärä 85 milj. m<sup>3</sup> (kuva 3).

Itärannikon uittoväylistä suurimmat ovat Quebeckin alueella sijaitsevat Gatineau, Manicougan, Peribonka ja Sault-Aux-Cochens. Vuonna 1987 uittomäärät näillä joilla vaihtelivat 1.2 - 0.7 milj. m<sup>3</sup> keskimääräisen uittomatkan ollessa 200 km luokkaa. St. Maurice jokea väitetään maailman suurimmaksi irtouittoväyläksi, jonka uittomäärät voivat parhaimmillaan nousta 2.5 milj. m<sup>3</sup>:iin. Joella uitettiin v.1987 n.1.5 milj.m<sup>3</sup> puutavaraa.

Lähes 35 milj. m<sup>3</sup> puuta hakataan vuosittain British Columbian n.85 km leveältä ja 1000 km pitkältä rannikkoalueelta, jonka tärkein saari on Vancouver Island. Noin 25 milj. m<sup>3</sup> puuta kuljetetaan vesitse, josta 65 % joko irtopuulauttojen hinauksena tai nippuhinauksena (16 milj. m<sup>3</sup>). Puutavara jaetaan suuren Frazer-joen suistoalueen jokihaaroissa sijaitseville tehdaslaitoksille sekä Vancouverin saaren kaakkoisosien saha- ja kuitutehtaille.

Irtopuulautat rakennetaan asettamalla puut peräkkäin ja rinnakkain puomikehikkoon, johon tulee puuta n. 150 m<sup>3</sup>. Valmis 'tarakka' koostuu keskimäärin kahdeksasta tällaisesta osasta I. sen tilavuus on n. 1200 m<sup>3</sup>. Hinaaja pystyy hinaamaan kerralla jopa 15 kpl 'tarakoita' I. 18 000 m<sup>3</sup>; lautan keskikoko on n. 10 000 m<sup>3</sup> luokkaa. Nippuhinauksissa käytettävien nippujen koko on 20 - 40 m<sup>3</sup>. Hinauskuormat tehdään avolauttojen tapaan ja nippujen lukitus tapahtuu hydraulisesti ja teräsköyttä käyttäen.

Erottelupaikoille joko suoraan pudotuspaikoilta tai hinauksena tullut puutavara lajitellaan ja hinataan joko avo- tai nippulauttoina edelleen käyttöpaikoille. Kuljetusmatka vaihtelee muutamasta kilometristä aina 50 km:iin. Erottelupaikat on rakennettu suojaisiin vuonojen poukamiin. Uitettavat puulajit alueella ovat Hemlock, Western Red Cedar, Yellow Cedar, Douglas Fir ja Sitka Spruce. Itäosien irtouitot jakaantuvat uittoyhtiöitten ja yksityisuitojen välillä siten, että yksityisuitot rajoittuvat sivujokien alueille jääden varsin pieniksi (22% koko uitosta). Uitettavat puulajit (kuitupuita) ovat Black Pine, Balsam Fir, White Spruce ja Jack Pine, joista Black Pinen osuus koko uittomäärästä on noin puolet. Vaikkakin uittoväylät sopivat erinomaisesti irtouittoon, uiton kokonaismäärä on vähenemässä johtuen loppuunhakatuista joen varsista ja uudistuneista tuotanto- ja ympäristövaatimuksista.



————— Laji vuoden kulku  
 Year round flow  
 - - - - - Puucavaran kulku ainoastaan  
 kesäkuukausina  
 Log flow in summer months only

Puuvirca saa lisäyksiä pitkin rannikkoa  
 olevista pisceistä.  
 Inputs to the log flow are added  
 from camps along the entire  
 length of the coast.

Kuva 3.C. Puucavaran kuljetus  
 proomuille ja Nassjoen itäpuolelta

Figure 3.C. Log Transport By Barge and  
 Nass River Drive

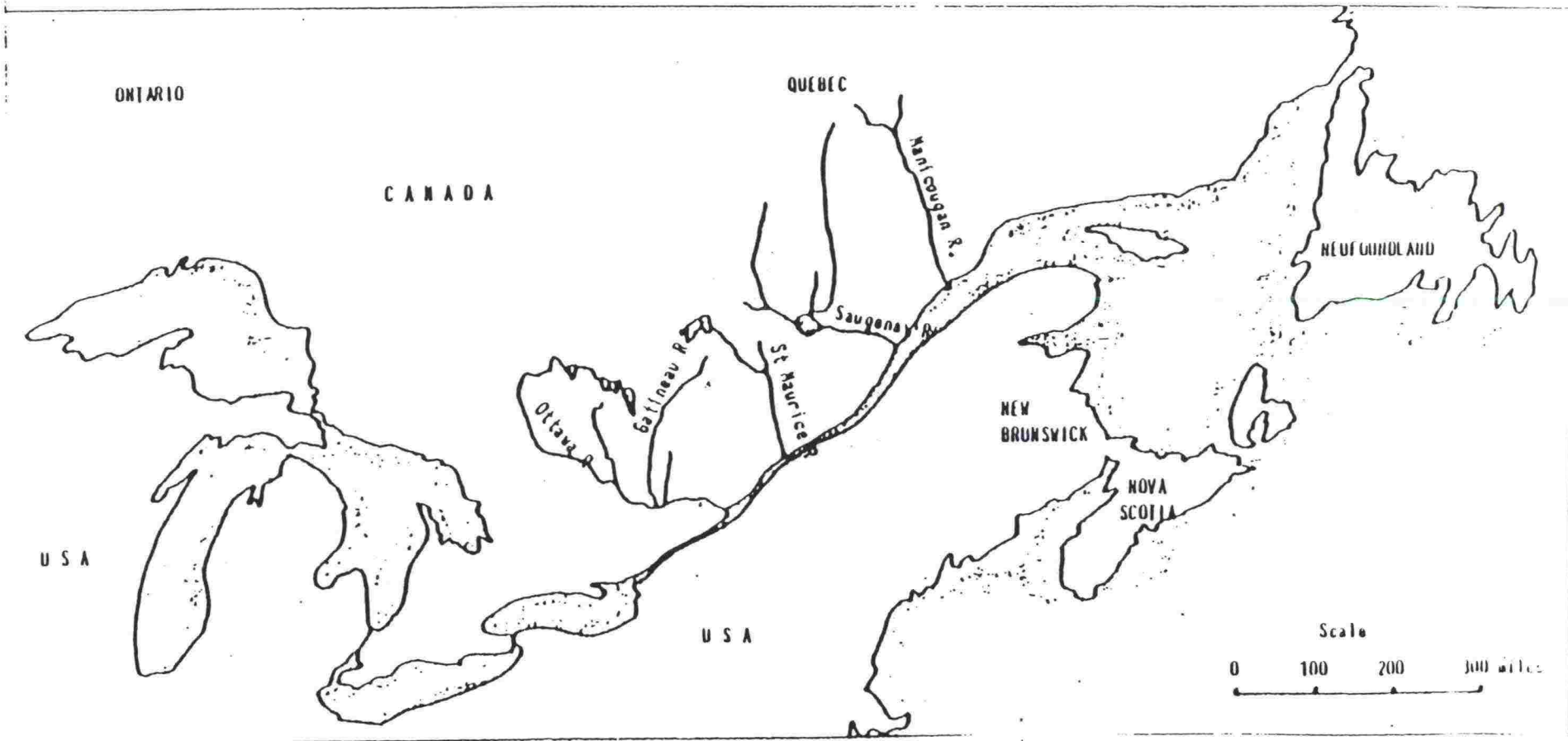


Fig. The more important free driven rivers in eastern Canada.

### 1.3 IVY

IVY:n suhteellisen harvan maakuljetusverkon takia vesistöjen hyötykäytöllä on suuri merkitys. Vuonna 1982 vesitse kuljetettu puutavaran määrä oli n. 70 milj. m<sup>3</sup>, mikä on noin 20 % vuosittaisesta hakkuumäärästä. Irtouiton suunnitelmallinen vähentäminen ja siirtyminen entistä enemmän nippu-uittoon johtunee samoista syistä mitä esimerkiksi Suomessa ja Kanadassa. Sivu- ja latvajokien uitosta on siirrytty parantuneen tieverkoston ja kuljetuskaluston myötä maakuljetuksiin. Myös ympäristövaikutuksia ja puun laadun heikentymistä tutkitaan tarkemmin kuin ennen.

Jo 60 vuotta toiminnassa ollut uittohallinnon alainen uittotutkimuslaitos Leningradissa suorittaa pienoismallikokeita erilaisilla uittorakenteilla ja rakentaa koekappaleita uittolaitteista, -koneista ja -tarvikkeista sekä suorittaa niillä kenttäkokeita. Kokeiltavia laitteita ovat mm. olleet karkea erottelu- ja kääntelylaitteet erottelutyön helpottamiseksi. Kehitetyistä uittolaitteista muovikangaspatoa käytetään tilapäiseen vedennostoon. Lisäksi kevään aikaisia tulvia käytetään hyväksi varastoimalla puutavara talven ajaksi jokien varsille erikoisesti tätä tarkoitusta varten suunnitelluille varastolaitureille normaalien veden pinnan yläpuolelle, jolloin tulvaveden noustessa puut lähtevät virtaamaan veden mukana kuljetusreittiä pitkin. Yleisesti laitoksen suorittama laitteiden ja menetelmien kehittäminen kohdistuu useassa kohteessa käyttöön otettaviin ratkaisuihin.

Nippu-uittoväylien yhteispituus maassa on noin 26 000 km ja irtouittoväylien noin 30 000 km. Osa väylistä on keväällä purjehduskelpoisia, jolloin niillä on sekä nippu-uittoa että alusliikennettä. Vesikuljetuksen keskikuljetusmatka on 500-600 km. Uittojäänmurtajien avulla vielä 40 cm:n paksuisesta jäästä saadaan väyläkelpoista ja pystytään pidentämään uittokautta.

Puutavaran kuljettamista runkoina ja jokiuiton huomattavaa osuutta voidaan pitää IVY:n uittotoiminnan erityispiirteinä. Runkojen uittaminen edellyttää tavallisesta poikkeavia ratkaisuja ja koneita. Runkonippujen käytön lisäämisellä pyritään puuraaka-aineen täydellisempään hyväksikäyttöön tuotannossa. Vuonna 1982 runkonippujen määrä oli noin 7.8 milj. m<sup>3</sup> vuodessa, minkä arvioidaan nousevan 11.5 milj. m<sup>3</sup>:aan kymmenenvuoden sisällä. Runkonippuina uitetaan yleensä haapaa ja muita lehtipuita. Läheskään kaikki tehtaat



eivät kuitenkaan vielä teknisistä vaikeuksista johtuen pysty vastaanottamaan runkonippuja. Jokiuitto puolestaan edellyttää matalissa vesissä toimimista ja matalassa uivien alusten käyttöä. Myös nippulauttahinausta suoritetaan hyvin paljon ahtaissa väylissä.

Runkoniput muodostetaan 25-30 m<sup>3</sup> sisältävistä 15-30 m pitkistä perusnipuista. Perusnipuista saadaan suurnippuja sitomalla 2-4 perusnippua tyvet ristikkäin. Suurnipun puumäärä voi olla jopa 120 m<sup>3</sup>. Varsinainen hinauslautta (puomi- tai vaijerilautta) muodostuu useista suurnipuista.

#### 1.4 Kiina

Kiinassa metsämaata on 123.6 milj.ha eli 12.7 % koko maan pinta-alasta. Vuotuinen hakkuumäärä v.1990 on 277 milj.m<sup>3</sup>, mistä 67 % käytetään polttopuuna tai puuhiilen tuottoon. Teollisuuspuun määrä on noin 92 milj.m<sup>3</sup>. Maan suuresta väestömäärästä ja koosta johtuen kaikki puu ja sen jalosteet tarvitaan kotimaan kulutukseen. Vesikuljetuksen kokonaismääräksi on ilmoitettu 30-35 milj.m<sup>3</sup>/v, josta uiton osuus on noin 10-20 milj.m<sup>3</sup>/v. Uittomääräsuorite on  $4.3 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/km (1980).

Suurena maana Kiina ulottuu monien ilmastovyöhykkeiden alueelle. Maan eteläisemmät osat kuuluvat tropiikkiin ja koillisosan vuoristot tundran piiriin. Sademäärien vaihtelut ovat erittäin suuria.

Vesitiekuljetuksella on Kiinassa pitkät perinteet. Sisävesireittejä maassa on noin 150.000 km, joista suurilla aluksilla liikennöimiskelpoisia on noin 40.000 km. Uitto on keskittynyt lähinnä maan etelä- ja lounaisosiin. Jokien yleinen virtaussuunta on lännestä itään. Pohjois-eteläsuunnassa tapahtuvaa liikennettä varten joet on yhdistetty toisiinsa kanavilla. Lounais-Kiinan uittojokia ovat Jinsha, Yalong, Min ja Dadu. Uittomatkat ovat 400-1000 km.

Uittoväylät ovat pääosin jokiväyliä ja niiden luonne vaihtelee. Monet suurten jokien latvaosat ja sivuhaarat virtaavat kovalla nopeudella syvissä kanjoneissa. Sekä virtaus- että korkeusvaihtelut, joissa ovat suuria. Puun säästämiseksi on ryhdytty käyttämään teräsbetonia kiinteissä uittolaitteissa.

Uitto tapahtuu yleensä vesikuljetusvirastojen toimesta. Myös maatalouskommuunit voivat uittaa puuta omaan käyttöönsä. Käytössä oleva uittotekniikka on valittu kunkin väylän luonteen mukaisesti. Nopeasti virtaavissa joissa käytetään irtouittoa, muun tyyppisillä väylillä lauttausta. Hakkuu- ja varastopaikoilta puut kuljetetaan uittoon auto- tai traktorikuljetuksella. Vuoriston rinteiltä puut korjataan köysiratoja ja vetoteitä hyväksikäyttäen.

Miesvoimin ohjattavia lauttoja on kahta tyyppiä. 'Pehmeällä' lautalla tarkoitetaan teräs- tai bambuköysien avulla koottua rakennetta. 'Kova' lautta on jäykistetty puutavaraan sidotuilla paaluilla. Uittomiehet asuvat kuljetuksen ajan lautanpäällä. Miesvoimin ohjattavien lauttojen puumäärä vaihtelee 60-600 m<sup>3</sup> ja moottorialuksilla hinattavien 2000-5000 m<sup>3</sup>. Ristilauttojen etuna on mahdollisuus uittoon matalissa joissa ja pienet häviöt. Kokoaminen vaatii kuitenkin suuren työpanoksen. Työvoiman halpuudesta johtuen kehittyneimmissä maissa käytettävää nippu-uittoa ei suoriteta.

Uittokuljetus on voimakkaasti kausiluonteista. Puut kaadetaan syksyllä, kuljetetaan talvella ja uitetaan keväällä ja kesällä. Huhti-syyskuun aikana uitetaan 70 % vuoden uittomäärästä. Lounais-Kiinan uitettavia puulajeja ovat mm. *Abies fabri* (jalokuusi), *Picea asperate* (kuusi) ja *Larix* (lehtikuusi).

### 1.5 Thaimaa

Thaimaassa vuotuinen hakkuumäärä vuonna 1990 oli 37 milj.m<sup>3</sup>. Määrästä (8 %) 3.1 milj.m<sup>3</sup> on teollisuuspuuta ja loput 33.9 milj.m<sup>3</sup> polttopuuta ja puuhiiltä.

Thaimaassa puuta uitetaan maan pohjoisosissa. Pääosin Teak-tukkeja uitetaan Ping, Wang, Yom ja Nan Rivers sivujokia pitkin Chao Phaya Riverin pääuittoväylälle, jossa niistä muodostetaan lauttoja. Lautat uitetaan ja hinataan myyntipaikalle Bangkokin satamaan.

Vuonna 1980 - 1981 puun vesikuljetusmäärä oli noin 35 000 m<sup>3</sup>, kun se vielä vuosina 1976 - 1977 oli 120 000 m<sup>3</sup>:n luokkaa. Maan pohjoisosaa lukuunottamatta joet eivät virtaa Bangkokin suuntaan ja hakattavat puulajit ovat vielä kuivauksenkin jälkeen uppoavia. Vielä kun huomioidaan työvoimakustannusten kasvu ja kelluke (bambu) ja sidosmateriaalin hinnan nousu, uittotoiminta uppoavilla puulajeilla on muuttunut kannattamattomaksi.

Uittoon tarkoitettut puut kuoritaan/kuivataan ennen vesikuljetusta. Esimerkiksi Teak vaatii noin kahden vuoden kuivattamisen tullakseen vettä kevyemmäksi. Jopa koko päivän uimasillaan työskentelevät uittotyöntekijät keräävät puut sivuvirroilta kokoon ja tekevät lautan. Yhtiöiden puut on yleensä merkitty erityisillä lovimerkinnöillä, jolloin sekaantumisen vaara pienenee.

Riippuen uittoväylien luonteesta myös erilaisia lauttarakenteita käytetään. Väylän ollessa leveä, suora ja matala lautan muodon pitää olla lyhyt ja tukeva. Viisihenkisen miehistön virrassa ohjaaman lautan puumäärä on 400 - 500 m<sup>3</sup>. Lauttaa ohjataan kahdella tai kolmella bambuseipäällä, jotka kulkevat lautan perässä köysillä kiinnitettynä. Bambuseipäiden syvyyttä säätelemällä lautan virtausnopeuteen ja kääntymissuuntaan voidaan vaikuttaa. Seipään päässä on teroitettu kärki lautan pysäyttämistä varten. Työmiehistö sijoittaa pisimmät puut lautan reunoille suojatakseen lautan rakennetta törmäyksiä vastaan ja taatakseen häiriöttömän kulun kasvuston ja irtopuiden yli. Veden syvyyden vähimmäisvaatimus on noin 2 m.

Kapeille, mutkikkaille ja syville väylille tarkoitettun lautan rakenteen pitää olla joustavampi. Kapea ja pitkä lauttarakenne on ominaista näille alueille. Lautan takaosan pinnalle päätyyn sijoitetut kaksi melaohjainta auttavat ohjaamista mutkikkaissa väylissä. Lautan puumäärä on noin 200 -250 m<sup>3</sup> ( 30 m x 120 m).

Lauttojen saapuessa pääuittoväylälle niistä muodostetaan hinattava suurlautta (12 m x 120 m), ja lautat uitetaan patojen ohitse. Vesivoimalaitosten padot häiritsevät suoritettavaa uittoa jonkin verran. Siitä huolimatta puolet hakatusta Teakista on laskettu uitettavan. Tyypillistä puukuljetuksille on arvokkaiden ja helposti vesikuljetuksesta kärsivien puulajikkeiden nopeampi kuljetus maitse.

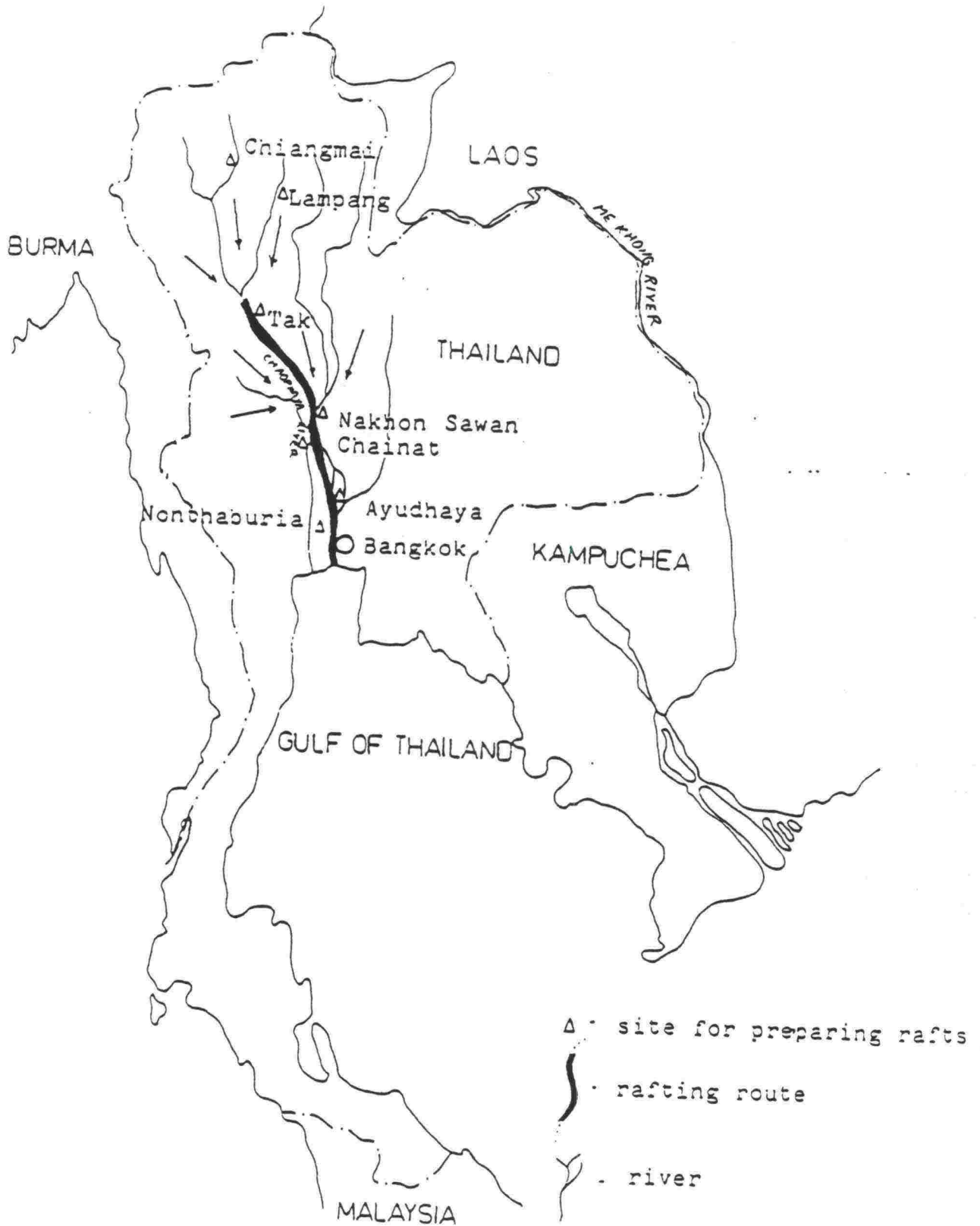


Fig. Map of Thailand and the major rivers used for water transport of wood.

## 1.6 Myanmar

Myanmarin kokonaispinta-ala on 676 577 km<sup>2</sup>, josta 57 % (383 276 km<sup>2</sup>) on metsää. Neljä pääjokea virtaa pohjois-eteläsuunnassa. Salween-joen varrella on vaarallisia vesiputouksia ja karikkoja, joten sen käyttö vesikuljetustarkoituksiin on rajoitettua. Sittang-joen käyttö on estynyt kuivan kauden matalikon takia. Irrawaddy ja sen sivujoki Chindwin ovat uitto- ja kulkukelpoisia läpi vuoden. Nämä kaksi jokea toimivat maan pääkuljetusreitteinä.

Vuonna 1990 kokonaishakkuiden määrä oli 23.2 milj.m<sup>3</sup>. Teollisuuspuuta määrästä oli noin 5.4 milj.m<sup>3</sup>, loput polttopuuta ja puuhiiltä. Metsän puuston kiertoaika on 30 vuotta. Vientiin vuonna 1986 meni 182 000 m<sup>3</sup> Teakia.

Uittotoiminnasta Myanmarissa vastaa valtion maa- ja metsätalousministeriön alainen puutavarayhtymä (Timber Corporation) Vuotuiset uittomäärät ovat 140 000 t (Irrawaddy, Chindwin) ja 40 000 t (Sittang). Sittang-joella uitetaan vain Teakia; muualla Teakin osuus on noin 50 %. Teakin (*Tectona grandis*) lisäksi uitettavia puulajeja ovat Gurjan (*Dipterocarpus* spp.), Padauk (*Pterocarpus macrocarpus*), mänty (*Pinus in-sularis*) ja Didu (*Salmalia insignis*).

Eri jokien kuljetustavat eroavat hieman toisistaan käytettyjen lauttojen koossa. Vesiväylien syvyyden ja leveyden vaihtelut eri kausien aikana ovat tähän pääsyyinä.

Chindwin-joki on noin 960 km pitkä, josta noin 630 km on lauttauittokelpoista. Kuivatut ja kelluvat puut ajetaan sadekausien aikana irtouittona sivujoilta pääjoen yhtymäkohtaan, jossa ne kerätään yhteen. Chindwin-joella on 14 suurempaa ja 60 pienempää jokea, joista edelliset ovat hyviä uittojokia ja jälkimmäisiä voidaan käyttää uittoon rajoitetusti.

---

Tukit kootaan kepeillä ja köysillä yhteen. Valmis lautta muodostuu kahdeksasta tällaisesta osasesta. Tukkien yhteismäärä/lautta on 100 - 250 riippuen käytetävästä puusta ja kellukemateriaalista. Bambua on käytetty eniten kellukemateriaalina, mutta nykyisin sitä on yhä vaikeampi bambumetsien vähenemisen takia hyötykäyttää. Kuivattujen Teak-runkojen käyttö muun lauttapuun seassa ei ole mahdollista, koska Teak tuodaan metsästä sadekauden aikana kun taas muut puulajit kesän ja talven suvantoaikoina. Kellukevälineitten takaisinkuljetuksen yläjuoksuille on hankalaa ja aikaavievää. Yhtenä ratkaisuna ongelmaan on synteettisesti valmistettujen ilmasäkkien käyttö vanhojen kellukemateriaalien tilalla.

Chindwin- ja Irrawaddy-jokien yhtymäkohdan alapuolella sijaitsevassa Nyang U:ssa kootaan suurlautat. Kokonaisuittomatka Rangooniin sivujokien uitto mukaanluettuna voi olla 1500 km. Yli puolet uittotavarasta jää Monywan vesiterminaaliin. Irrawaddy joen varrella sijaitsevasta Mandalaysta on Rangooniin 1000 km lautan matkan kestäessä 24 päivää. Rangooniin uitettu puu varastoidaan maa- ja vesivarastoihin, joista se välitetään maan sahalaitoksille tai vientiin.

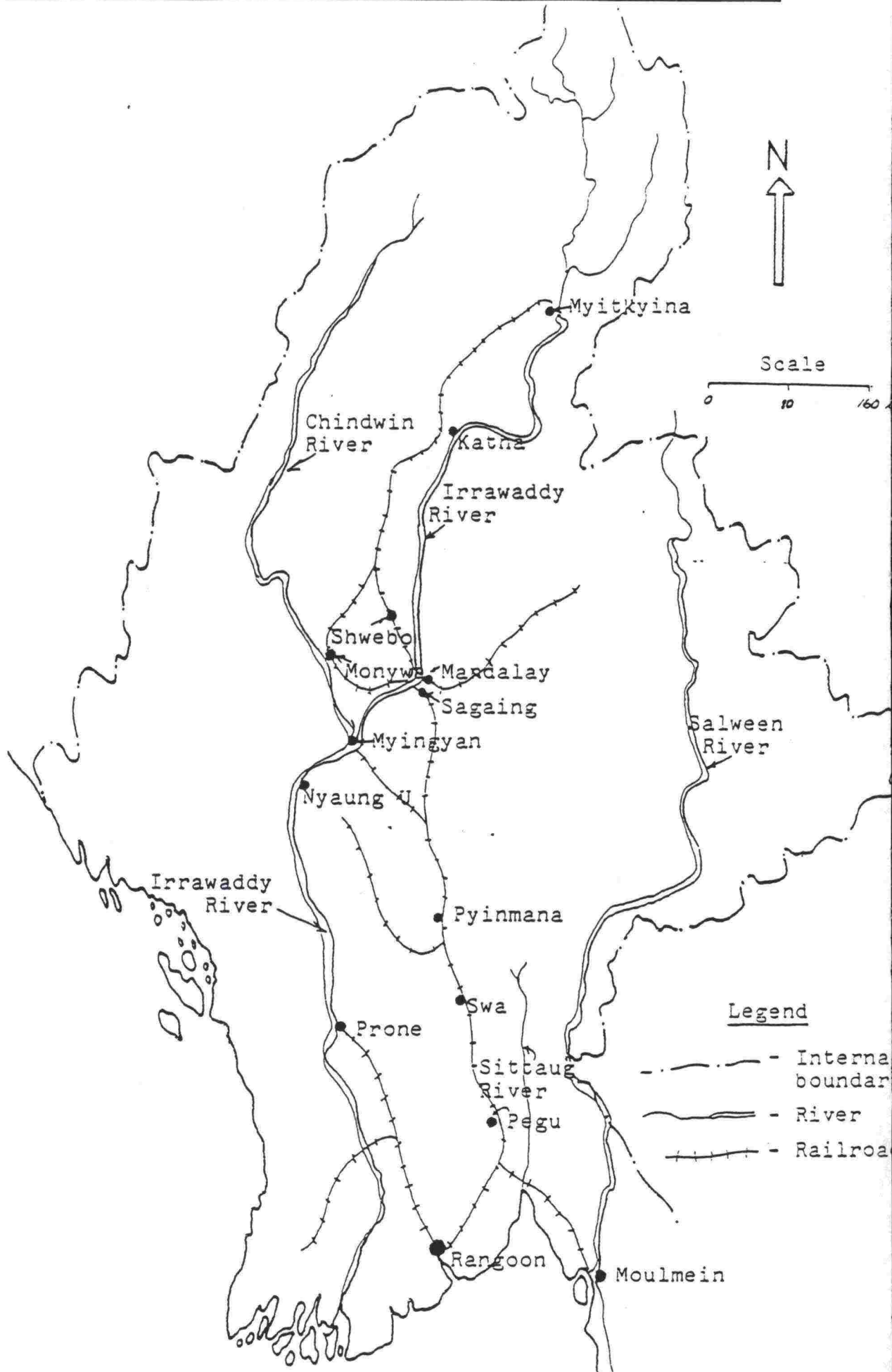


Fig. . . . Map . . . and the location of the main rivers.

## 1.7 Vietnam

Vietnamissa vuotuinen hakkuumäärä vuonna 1990 oli noin 29milj.m<sup>3</sup>, josta teollisuuspuuta oli 5 milj.m<sup>3</sup> (17 %) ja loput 24 milj.m<sup>3</sup> polttopuuta ja puuhiiltä. Vientiin puutavaraa vuonna 1990 meni 615 000 t.

Vesikuljetuksen suhteellinen osuus maan koko rahtimäärästä on noin 28 % (1990). Puutavaran vesikuljetus Vietnamissa on luontainen kuljetusmuoto. Noin 37 % vuotuisesta hakkuumäärästä kuljetetaan uittaen, mikä vastaa noin 3/4-osaa maan koko vesikuljetusmäärästä. Vietnamissa on tiheä jokiverkko. Suurimmista joista mainittakoon Mekong ja Song Lo. Tyypillistä joille on vesiputousten suuret määrät ja vedenpinnan ja virtausnopeuden suuret vaihtelut monsuunisateiden aikaan. Uittokausi kestää viiden kuukauden ajan. Uittaminen on mahdotonta kuivan kauden aiheuttaman matalikon aikana. Suurin osa uittokelpoisista joista on vielä luonnontilassaan. Pohjoisosien joet ovat pitkiä ja tulvivat paljon. Uittokauden aikana olosuhteet uitolle ovat kuitenkin hyvät. Maan keskiosien lyhyillä vuoristojoilla on voimakkaita virtoja ja karikkoja. Etelä-Vietnamin alueella joet ovat tasaisia ja tulvimista ei esiinny.

Merenrantaa maalla on noin 2500 km Mong-Caista Ca Mauhuun saakka. Vesikuljetusta suoritetaan säännöllisesti myös rannikkoalueilla, esimerkiksi Ha Long Baysta uitetaan Quang Ninhin kaivosalueille kaivoksissa käytettäviä tukipilareita.

Vesikuljetukset järjestävät metsäministeriön alaiset puutavara- ja metsätuotteiden kuljetus- ja hankintayhtymät ja metsäraaka-aineyhtymät. Jokien yläosien uiton heti kaadon jälkeen hoitavat paikalliset puutavaran uittoasemat.

Lauttautito on vesikuljetuksen päämuoto. Sekä kevyttä että raskasta puuta uitetaan lautoissa. Yleensä raskaammat puut sijoitetaan kevyempien päälle. Lauttojen koko on 300 - 1000m<sup>3</sup> ja uittomiestistönä on 3-5 miestä. Joen luonteesta riippuen lautan koko voi vuoristojoilla supistua 50-100 m<sup>3</sup>:n kokoisiksi. Pienen koon lisäksi vuoristojoilla käytetyt lautat ovat joustavia ja kestäviä. Pääjoilla uitettavat lautat ovat yleensä monikerroksisia ja kooltaan suuria. Maan keskiosissa vettä raskaampaa runkopuuta kuljetetaan alusten välissä samalla hinattaessa kevyitä lauttoja.



Myös Vietnamissa luontaisten kellukemateriaalien saatavuus on vähentynyt. Metallista tai muovista tehtyjä sylinteriponttooneja käytetään vaihtoehtoisina kellukemateriaaleina lautta- ja alusuitossa bambun osuuden vähentyessä.

Uittotoiminnan kehittämisestä vastaava metsäteollisuusinstituutti (Forest Industry Institute) pyrkii kehittämään puutavaran uittoja erityisesti kuljetuksen järjestämisellä maan eteläosissa ja kiinnittämällä huomiota käytössä oleviin uittoreitteihin ja lauttojen teknisiin rakenteisiin.

### 1.8 Indonesia

Indonesian metsistä noin 75 % on trooppista sademetsää (90 milj. ha) heterogeenisine puulajeineen. Maan hallituksella on metsälain mukaan oikeus valvoa alueellisen metsähallinnon välityksellä yleisiä metsiä ja yksityisiä metsänistutuksia. Yksityismaille tehtyjä istutuksia lukuunottamatta metsät ovat valtion omistuksessa. Puuta metsissä on keskimäärin 85 m<sup>3</sup>/ha (yli 50 cm läpimittaiset puut) ja metsien kiertoaika on 35 vuotta.

Vuonna 1986 Indonesian puutavaran vienti ulkomaille oli noin 1.46 milj.t. Tarkoituksena on ollut kehittää ja panostaa oman metsäteollisuuden ja kulutuksen tarpeisiin. Hakkuut ovat keskittyneet kuivauksen jälkeen vettä kevyempiin puulajeihin johtuen Sumateran ja Kalimantanin saarien hyvistä uittoolosuhteista. Vuonna 1990 hakkuumäärä oli noin 170 milj.m<sup>3</sup>, josta teollisuuskäyttöön tarkoitettua oli 30 milj.m<sup>3</sup> (18 %). Tähän asti noin 120 eri puulajilla on suoritettu hakkuita. Pääpuulajeja alueella ovat Meranti, Ramin, Kapur, Keruing, Agathis, Teak, Nyatoh, Jelutung, Pulai ja Ebony.

Suuret ja pitkät joet Sumateran ja Kalimantanin saarilla tarjoavat pääkuljetuksen hakatulle puutavaralle. Alueilla on noin 19 000 km uittokelpoisia jokia; kokonaispituus koostuu yli 200 km pitkistä väylistä. Jokiuitolla on ollut tärkeä merkitys hakkuuteollisuudelle sen edullisuuden ja helppouden takia. Tukeista muodostetaan lauttoja, jotka ovat joko virtaa kohtisuorassa tai virran suuntaisesti uitettavia. Uittoolosuhteisiin vaikuttavat joen koko ja virtausmäärä, mutkittelu ja aallokko. Uppoavat puulajit uitetaan yleensä sekalautoissa kelluvien puulajien seassa tai erityisillä ponttooneilla. Huolimatta jokikuljetusten edullisuudesta uittolla on omat rajoituksensa. Tulvakausien aikana jokiin muodostuu voimakkaita virtoja. Kuivina kausina joet voivat taas olla liian matalia vesikuljetukselle. Sään muutoksista johtuva uitonkeskeyttäminen

---

osaltaan vähentää kuljetuksen tehokkuutta. Suhteellisen matalassa vedessä kulkevia hinaajia käytetään jokiväylien lisäksi merikuljetuksessa. Hinausmerialueella keskittyy pääasiassa puutavaralauttojen hinaukseen puun korjuupaikalta laivausalueille tai suoraan tehtaille. Suurien moottorialusten käyttö puutavaran kuljetukseen on välttämätöntä teollisuuden raaka-ainemäärien turvaamiseksi esimerkiksi Jaavan ja Balin saarien tehtaille.

Vuonna 1980 sinne kuljetettiin 2.2 milj.m<sup>3</sup> sahatavaraa ja 2.8 milj.m<sup>3</sup> pyöreätä tukkipuuta. Metsäteollisuuden tehtaiden levittäytyminen laajalle alueelle maan saaristoon vaikeuttaa kuljetukseen liittyvää kehitystä. Satamien, terminaalien ja tieverkon kehittämistä mutkattoman tavarakulun aikaansaamiseksi pitäisi edelleen edistää.

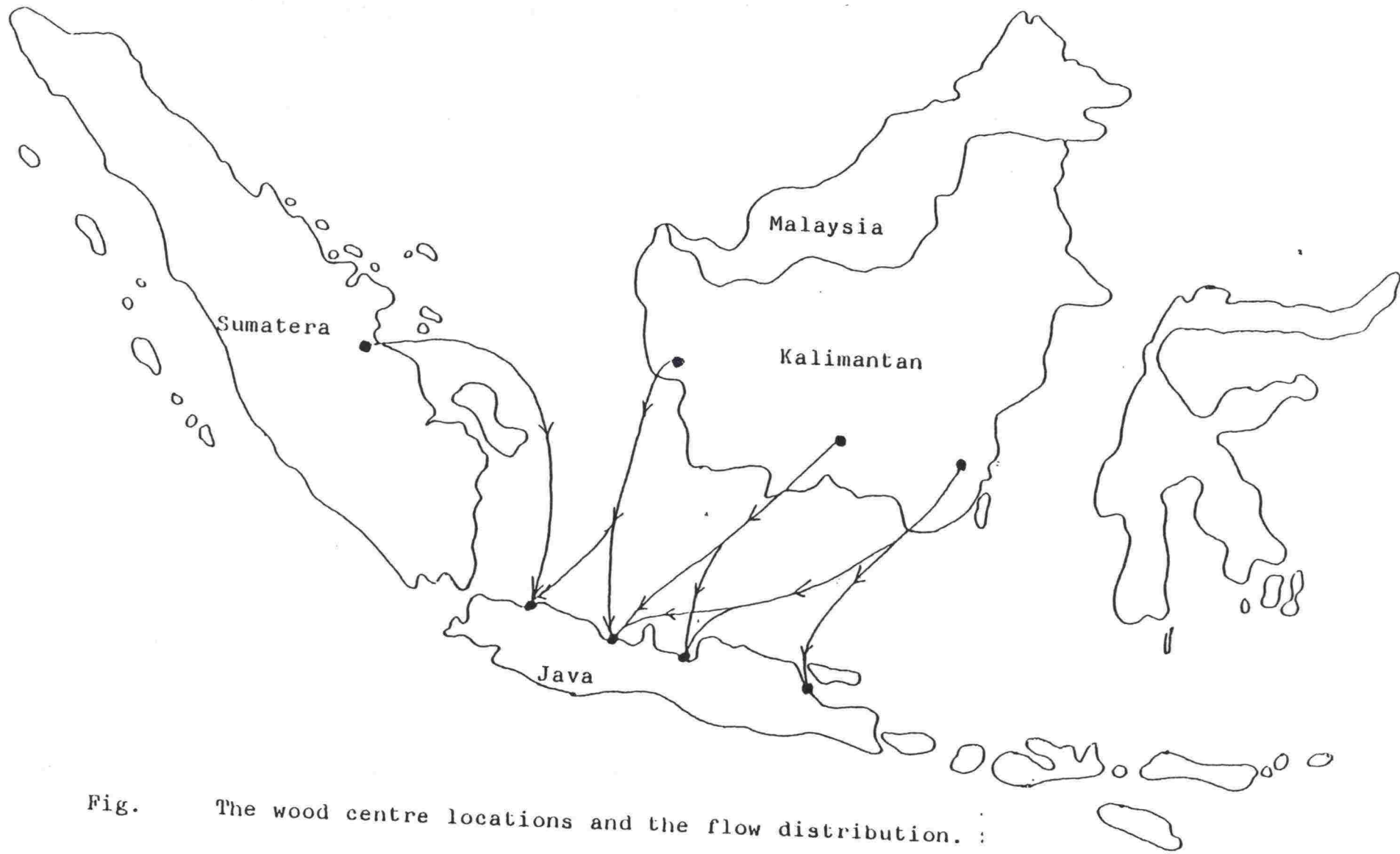


Fig. The wood centre locations and the flow distribution. :

### 1.9 Malesia ( Sabah )

Sabah, yksi Malaysian liittovaltioista, sijaitsee Borneon pohjoiskärjessä. Lämpötila vaihtelee läpi vuoden 24 - 32°C välillä. Noin 60 % maan pinta-alasta on vuoristoista ja 70% metsää ( 5.3 milj. ha ). Valtion omistamasta metsäalueesta noin 3 milj. ha on hakkuumetsää.

Tärkein puulaji on Dipterocarpacean suku, johon kuuluvat Shorea, Parashorea, Dryopalanops, Dipterocarpus, Anisoptera, Hopea ja Vatica. Muita tärkeitä kovapuulajeja ovat palkokasvit, Koombassia spp. ja Intsia spp. Tärkeitä havupuita (soft-wood) ovat Agathis spp. ja Dacrydium spp. Dipterocarpus on kaupallisista puista tärkein ( 90% hakkuumääristä ). Vuosittaisten hakkuiden volyyymi on 80 - 120 m<sup>3</sup>/ha. Vuonna 1981 hakkuumäärä oli 11.6 milj.m<sup>3</sup>, josta viennin osuus oli 80%.

Pääsääntöisesti luonnonmetsien puut kuuluvat valtiolle, kun taas istutusmetsät ovat yksityisten omistuksessa. Vuodesta 1973 vuoteen 1982 noin 40 000 ha metsää on istutettu yksityisten yhtiöiden toimesta. Vuosisadan vaihteessa istutusmetsien määrän on ennustettu ylittävän 300 000 ha tason. Istutetut puulajit ovat Eucalyptys ja Albizia spp., Acaciamangium ja Gmelina arborea. Kymmenen vuoden kuluttua istutuksista metsän tuotto on noin 300 m<sup>3</sup>/ha.

Puunkorjuu on tapahtuu pääasiassa (90 %) telaketjutraktoreilla. Nosturikaapelin avulla suoritettu korjuu on vähäisempää, vaikkakin istutusmetsien lisääntyessä menetelmän käyttö yleistyy.

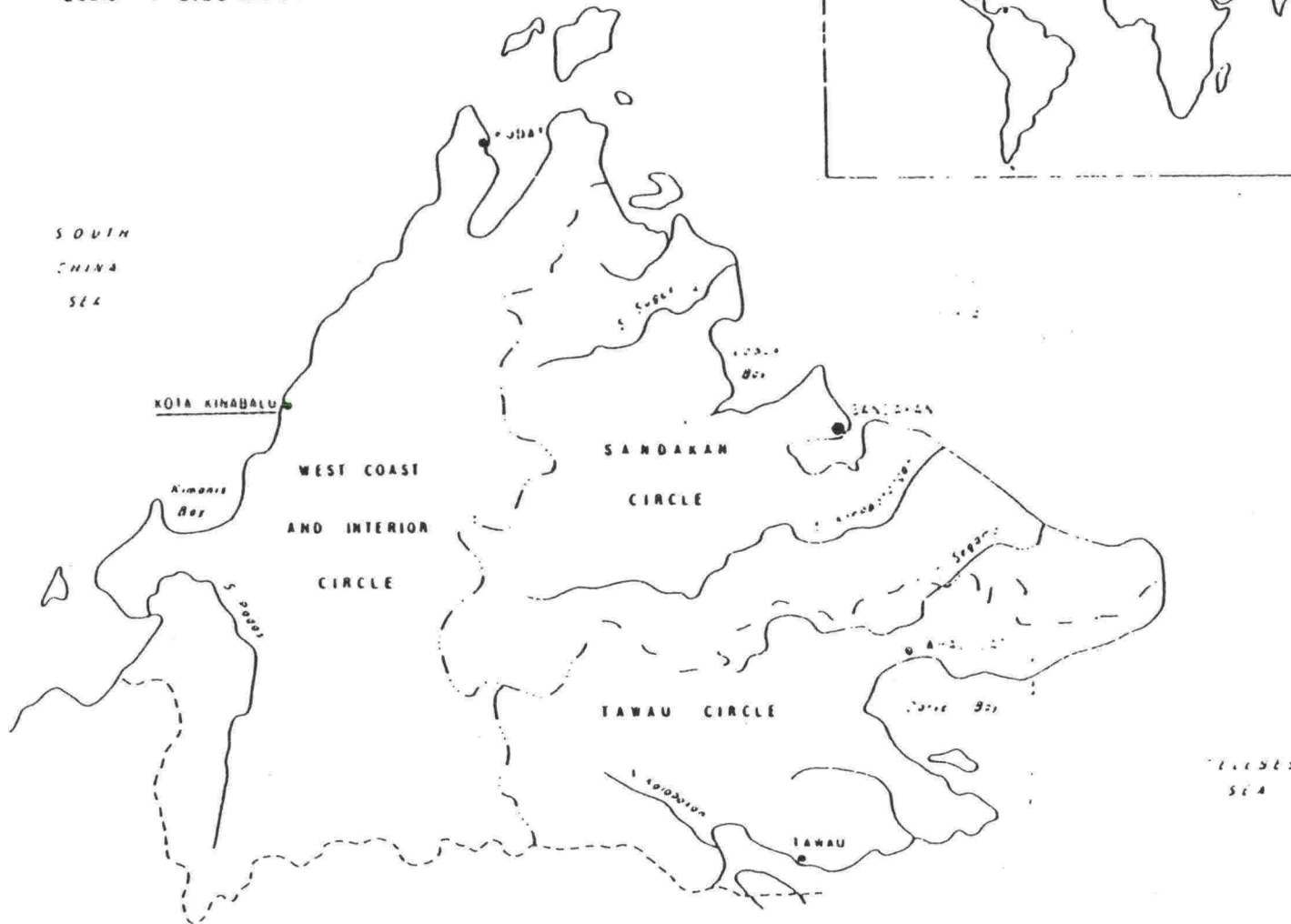
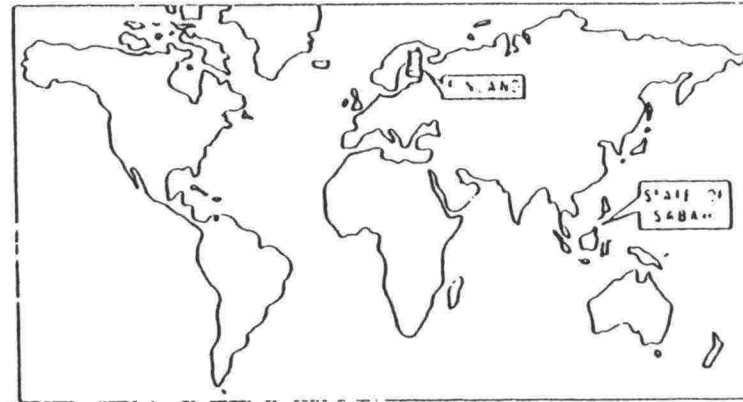
Tie- ja vesikuljetuksen yhdistelmä on tärkein tukkipuun kuljetusmenetelmistä. Tukit kuljetetaan autokuljetuksilla pudotuspaikoille, joissa niistä tehdään lauttoja. Lautat hinataan lauttautittona joko lastattaviksi laivoihin tai raaka-aineeksi rannikon jalostuslaitoksille. Vesikuljetus yksistään kuljetusvaihtoehtona on heikentymässä hakattujen ranta-alueiden myötä.

Maan puukuljetuksista noin 90 % liittyy vesikuljetukseen. Veteenpudotuksen jälkeen puista tehdään joko ympärystuomilauttoja tai 'sillinruotolauttoja'. Puomilautat ovat 10-20 m leveitä ja 120-150 m pitkiä. 'Sillinruotolautat' muodostuvat lautan paksumpaan 'selkärankaan' sidotuista puista. Lautan pituus voi olla 250 m ja tilavuus 1000 - 1500 m<sup>3</sup>. Uittomatkat ovat 80 - 300 km riippuen uittotavasta; yleensä ruotolauttoja uitetaan pidempiä matkoja. Matalalla uivat puulajit (30 %) sidotaan hyvin kelluvaan puuhun ja uppoavat (15 - 20 %) vastaavasti kuljetetaan proomuilla.

Raaka-aineen uittamisen jälkeen puuta ja sen jalosteita ei kuljeteta enää uittamalla. Kuljetukset suoritetaan autoilla suoraan satamaan tai lastauslaiturille. Hakkuiden keskittyttyä viime vuosikymmenien aikana uittokelpoisiin puihin, raskaiden puiden osuus metsissä on kasvanut. Kehitystyön kohteena ovat olleet toimenpiteet, jotka edistävät näiden puulajien kuljetusta ja edistävät puuston kaupalliseen hyötykäyttöön liittyvää tasapainoa.

# STATE OF SABAH MALAYSIA

Scale 1:2.85 million



Map of the State of Sabah, Malaysia

### 1.10 Intia

Intian suuri maa-alue (327.6 milj. ha) jakaantuu kolmeen maantieteelliseen pääosaan. Himalajan alueeseen pohjoisessa, Indo-Gangesin tasankoon sen eteläpuolella ja Deccan ylätasankoon niemimaan eteläosassa. Ilmasto-olosuhteet ja metsätyyppien ja puulajien esiintyminen poikkeavat suuresti toisistaan maan eri osien välillä. Vuonna 1990 hakkuiden kokonaismäärä oli 275 milj.m<sup>3</sup>, josta 250 milj.m<sup>3</sup> oli polttopuuta ja -hiiltä. Loput 10 % varattiin teollisuuspuuksi.

Puunkorjuutekniikka on alkeellista ja paljon työvoimaa sitovaa. Kirves ja käsisaha ovat vielä yleisiä puunkaatovälineitä. Viistolla maaperällä kaadetaan puut ylärinteen suuntaan. Puita kaadetaan myös poistamalla maan puiden ympäriltä ja katkaisemalla juuret. Näin menetellään esimerkiksi öljyä sisältävien santelipuiden kaadossa, kun koko arvokas puuainekes on saatava talteen. Traktoreiden ja moottorisahojen käytön aloittaminen on vähentänyt hukkapuun määrää ja korjuukustannuksia. Tiekuljetukset kattavat suurimman osan Intian puutavarakuljetuksista. Puutavaran uittoa käytetään kuitenkin hyväksi Himalajalta tulevien jokien yläosilla, maan suistoalueilla ja Andamanin ja Nicobarin saarilla. Uittomuotoina käytetään irtouittoa ja lauttausta. Irtouittoa käytetään vain jos uittoväylä on kapea, matala tai kivinen tai missä virta on liian vaihteleva lautan ohjaamiseksi. Lauttauittaminen keskittyy yleisesti jokien alajuoksuille.

Irtouittoväylien jokia varustetaan ohjeilla ja vastuilla. Kapeita väyliä ruopataan, levennetään ja uppotukkeja poistetaan sumien ennaltaehkäisemiseksi. Puomeja ja peränajoja hoitava uittomiestistö käyttää veneiden sijasta ilmalla täytettyjä puhvelinnahkoja kannattimenaan. Assamissa, Keralassa ja Mysossa arvokkaita uppoavia puulajeja uitetaan sitoen puun molemmille puolille bambukellukkeet. Kuljetushäviöiden minimoimiseksi puutukit uitetaan nousuveden alkupuolella ja sahatavara vastaavasti nousuveden loppupuolella. Teleskooppiuitoksi kutsuttua uittotapaa käytetään muunmuassa Himalajan jyrkissä rinneajoissa. Tilapäisiä patoja ja suisteita rakennetaan uitettavasta sahatavarasta. Rakennelmat puretaan uittotavaran loppuessa ja uitetaan lopun mukana.

Lauttautito on mahdollista vuoristoilta laskevilla joilla heti, kun ne muuttuvat tarpeeksi leveäksi ja vapaaksi esteistä. Lauttojen rakentamista tai maakuljetukseen nostamista varten irtouittopuut kerätään vastuupuomien avulla. Puut sidotaan ristikkäisin kerroksin lautoiksi. Intiassa käytettävät siirrettävät vastuupuomit (lokakuu - toukokuu) johtuvat jokien suurista virtausvaihteluista ja koosta.

Intian sisävesiverkon pituus on noin 14500 km, josta aluskuljetukseen sopivaa on noin 9000 km. Andra Pradeshin, Assamin, Biharin, Keralan ja Uttar Pradeshin alueilla yritetään tehostaa sisävesikuljetusta, jota haittaavat veden vähyyys kuivana kautena, liettyminen ja rantojen eroosio.

## 2 VAIKUTUKSET PUUN LAATUUN JA JALOSTUKSEEN

### 2.1 Sienet

Kuten muutkin elävät organismit tarvitsevat sienetkin hapetta hengitysprosessissa. Ilman tulee täyttää vähintään 20 % puunhuokostilavuudesta, jotta itiöpesäkkeet voisivat kehittyä. Juuri tähän perustuu veteen varastoidun tai kastellun puutavaran säilyminen. Puussa tapahtuvien fysikaaliskemiallisten reaktioiden mukaan sienet voidaan jakaa lahottaja-, sini- ja homesieniin. Lisäksi lahottajasieniä on kolmea eri tyyppiä (rusko-, valko- ja katkolaho).

Pääsääntöisesti vesivarastointi suojaa varsin tehokkaasti puutavaraa huomioiden, että varastoon tulevan puun pitää olla puhdasta. Veden rajalle ja puutavaran veden päällä olevaan osaan suotuisista kosteus- ja ravinneoloista johtuen muodostuu sienistöä. Ratkaisuna ongelmaan on alettu käyttää puutavaran kuljetuksen ja varastoinnin aikana suoritettua pintakastelua.

Lahottajasienet hajottavat puun soluseiniä entsyymien avulla. Ravintona ne käyttävät selluloosasta/ligniinistä saatuja hajoamistuotteita. Johtuen itiöiden happivaatimuksesta vedenalaisia itiöstöjä uitto- ja varastopuussa ei juuri esiinny. Rusko- ja valkolaho saavat nimensä viottuneen puun väristä. Katkolahoa ei havaita ilman suurennosta. Sitä esiintyy hyvin kosteissa paikoissa kuten esim. uppotukeissa. Väritään katkolaho on hyvin tummaa, melkein mustaa. Puun lahoaminen/mädäntyminen on nopeampaa lehtipuilla (hardwood/broadleaved trees).



Sinihometta voi esiintyä veden pinnan alla. Se ei kuitenkaan pysty lisäämään itiöstökasvuun johtuen siitä, että vedellä kyllästetty puutavara ei sisällä riittävää määrää happea. Sinihome ei niinkään aiheuta rakenteellisia vikoja vaan sinistymän aiheuttamia kauneusvirheitä. Värivikaa voivat aiheuttaa sekä sienirihmat että erittyneet väriaineet. Eri lajityyppejä ovat tukki-, lautatarha- ja sisä- l. salasini.

Homesienet muodostavat puuhun pintahometta. Sen rihmastot kasvavat puun pinnalla ja ulkokerroksissa ja kestävät pitkään kuivia kausia. Pyöreässä puussa sen esiintyminen on vähäistä mahlan aikaan hakattua tavaraa lukuun ottamatta. Puutavaran kosteutta tärkeämpää homesienelle on ilmankosteus. Homesienet ovat yleisimpiä kesällä sahatussa tuoreessa puutavarassa. Laudoissa ja lankuissa saattaa ilmetä kiusallisia värivikoja. Puun lujuusominaisuudet pysyvät kuitenkin muuttumattomina.

Yleisesti hyvin hoidetuissa kastelu- ja vesivarastoissa (havu- ja lehtipuutukit) puita voidaan säilyttää vähintään vuoden verran ilman havaittavia sienivikoja. Havupuu säilyy sienivioilta yleensä huomattavasti heikommin säilytysaltaassa kuin kasteltaessa erillisillä sprinklereillä.

## **2.2 Bakteerit**

Bakteeritoimintaa tapahtuu vain märässä puussa, kuten esimerkiksi tukkeja tai kuitupuuta varastoitaessa. Aktiiviteetti on lämpötilariippuvaista (talven aikana minimi). Vesivarastointi aiheuttaa bakteeritoiminnan avulla puun pintaosien nesteiden ja kaasujen läpäisevyyden/imeytymisen kasvun. Bakteerit vaikuttavat runsaasti pektiiniä sisältäviin rakenteisiin kuten rengashuokosiin ja ydinsädesoluihin, mikä nostaapuun huokoisuutta.

Bakteereja esiintyy varsinkin pintapuun ravinnerikkaissa parenkyymisoluisissa. Niiden toiminnan seurauksena on puun pektiini-, sokeri- ja tärkkelyspitoisuuden todettu suuresti alenevan pitempiäaikaisen vesivarastoinnin aikana. Bakteerien kyky hajottaa selluloosaa ja ligniiniä on sitä vastoin lähes olematonta, vaikkakin hajoamista tapahtuu pidempänä ajanjaksona. Sydänpuuhun bakteerit eivät vaikuta. Kuorellista puuta voidaan säilyttää vesivarastoissa kuorittua kauemmin (kuori suojaa bakteereilta).

---

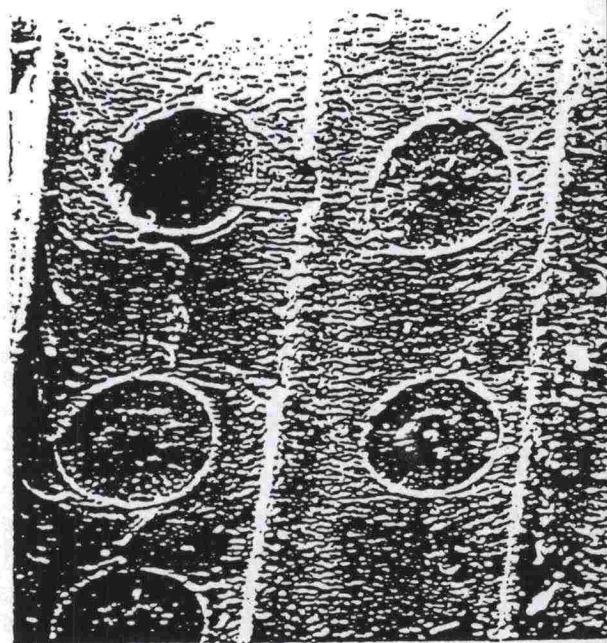
Myös muut tekijät lämpötilan lisäksi vaikuttavat puun läpäisevyyden kasvuun. Seisovassa vedessä bakteerien aiheuttamat vauriot ilmenevät nopeammin kuin virtaavassa vedessä. Hapettomissa (anaerobisissa) olosuhteissa bakteerien aktiviteetti siis kasvaa. Monet näistä olosuhteista lähtöisin olevat bakteerilajikkeet ovat useasti sopeutuneet myös aerobisiin oloihin. Ravintoaineiden ja eri kemiallisten olosuhteiden vaikutusta bakteerien aiheuttamiin puuvaurioihin on tutkittu yleisesti vähän. Aihe onkin viime aikoina ollut tutkimuksen kohteena.

	HOULLEKORVUUN	LEHTOSAVANNAN	HOUSKORVUUN
Vahti	Sporema kan gro vid høg luftfuktighet. Fritt vatten inte alltid nödvändigt.  Fuktighet 20-150% för tillväxt och sporobildning. Mer beroende av luftens fuktighet än virkets fuktighet.  Sporer kan överleva torra perioder.	Fritt vatten för sporemas groning  Fuktighet 30-120% för tillväxt  Tål inte lång tids uttorkning  Tål lång tids vattenlagring men växer inte (syrebrist vid vattenmättnad i veden)	Fritt vatten för sporemas groning  Fuktighet 30-120% för tillväxt och nedbrytning; optimum 40 - 30% fuktighet. Fuktighet 20% kan räcka för hussvamp om vatten transporteras från annat håll.  Tål långa torrperioder
Temperatur	Växt mellan 0° och 55 °C  Optimum mycket varierande  Vissa sporer mycket värmetåliga  Tål nedfrysning	Växer mellan -3° och +40 °C  Optimum 22-28 °C  Vissa arter kan växa vid temperaturer över +40 °C  Pigmentbildning kan utöbli vid låga temperaturer	Växt mellan 0° och 40 °C  Optimum 25 - 32 °C  Optimum för hussvamp 21 °C  Maximum för hussvamp 24 °C  Tål nedfrysning under långperioder liksom upprepade nedfrysningar och upptiningar.
Näringsbehov	Kolhydrater i form av fria sockerarter och pektinsubstanser i vedcellerna; mycket förmöggsamma  Kväve: stimuleras av kvävetillsatser  Mineralsalter  Vitaminer oftast inte behövlige	Kolhydrater i form av fria sockerarter huvudsakligen i parenkymatiska celler (margstrålar)  Kväve (ofta kvävebrist i ved)  Mineralsalter och spårelement  Vitaminer (vissa arter)	Kolhydrater (=vedens cellulosa och hemicellulosa)  Kväve (oftast kvävebrist i ved)  Mineralsalter  Vitamin B <sub>1</sub>
Surhetsgrad	pH 2 - pH 10 för växtoptimum vanligen pH 5 - 6	pH 2 - pH 7 för växtoptimum ca pH 5,5	pH 2 - pH 7 för växtoptimum pH 5

BYGGNADSTYRELSEN • RAPPORT NR 158



Skadade membraner i våtlagrad virke



Oskadade pormembraner i färsk ved

### 2.3 Hyönteiset

Kaarnakuoriaiset, sarvijäärät, kärsäkkäät ja eräät muut hyönteiset saattavat iskeytyä kuorelliseen tukki- ja kuitu-puuhun. Vesivarastointi ja veden päällisten pintojen kastelu heti kaadon jälkeen estävät tehokkaasti tuhohyönteisten tunkeutumisen puuainekseen. Eräät lajit tuovat mukanaan sinistymistartunnan (levittävät sieniä), kun taas eräiden lajien toukat syövät puuhun syviä käytäviä aiheuttaen siten teknisiä vikoja.

Suolaisessa vedessä elää eräitä simpukoihin kuuluvia lajeja, jotka käyttävät ravinnokseen puuta. Myös pohjoismaissa esiintyvä laivamoto (*Teredos Navalis*) on yksi tunnetuista lajeista. Toukkien tukkeihin poraamat reiät eivät aluksi ole nuppineulan pistoja suurempia, mutta käyttävät suurenevat toukan kasvaessa. Pienten sisäänkäyntireikien takia viouttumat ovat vaikeasti havaittavissa.

### 2.4 Tanniini

Varsinkin uiton sekä vesi- ja kasteluvarastoinnin aikana kuorellisessa kuusi-puussa tapahtuu kuoren tanniiniaineiden diffuusiota puuainekseen. Tanniiniaineiden hajaantumista on todettu tapahtuvan sekä makeaan että suolaiseen veteen varastoidussa puussa. Värjäymän etenemissyvyys riippuu lämpötilasta ja varastointiajasta. Yleensä se jää 5-10 mm tasolle kuoren ja puuaineksen reunasta. Trooppisilla puulajeilla tanniinipitoisuudet aiheuttavat värjäytymistä, jos puu on kosketuksissa metallin kanssa kosteissa olosuhteissa.

### 2.5 Kuivuminen, kosteuspitoisuus ja halkeilu

Vesisäilytys puun kuivumista ja halkeumia vastaan on perinteinen puutavaran suojausmenetelmä. Puun vesivarastoinnin vaikutusta sen kuivumisnopeuteen on ollut vaikea osoittaa. Sahojen taholta on ilmoitettu sydänpuun 10 -15 % kuivumisaikojen nousua riippuen puulajista. Vesivarastoidun/uitetun normaalia pidempi kuivumisaika johtuu myös epätasaisesti levinneestä kosteusosuudesta eri rungon osissa. I. kosteuserojen tasoittuminen vie aikaa. Vedelle altistunut puutavara pitäisi kuivattaa yleisesti alempaan kosteuspitoisuuteen kuin normaalisti, jotta suurimmilta kuivumisvioilta vältyttäisiin. Halkeamat ovat suurimpia puun runkojen päissä. Kuoritulla puulla kuivumisvikoja esiintyy myös rungon alueella riippuen olosuhteista.

Vesivarastoidusta puutavarasta sahattu sahatavara on normaalia herkempää halkeamille. Erityisesti lankun pintaosa kuivuu sisäosaa huomattavasti nopeammin, jolloin pintakerrokseen syntyy runsaasti pieniä halkeamia. Halkeamat katkaisevat sisä- ja pintaosan kapillaariyhteyden ja sieni-itiöt pääsevät tunkeutumaan puun sisään. Näin ollen tuoreet sahalankut ovat erittäin herkkiä sinistymiselle ja muille sienille. Tehokas sahatavaran kuivaus välittömästi sahauksenjälkeen voi estää sinistymisen synnyn, mutta samalla muiden kuivumisvaurioiden riski kasvaa varsinkin, jos vesivarastoitua puuta kuivataan tuoreen, juuri kaadetun puun kanssa.

Uitetusta tai vesivarastoidusta pyökistä valmistetun sahatavaran pinta muuttuu ruskeanpunaiseksi kuivattaessa. Värivika on kuitenkin pinnallinen ja häviää kuivattaessa.

Jos vesivarastoinnin aiheuttamista vioista halutaan päästä eroon, tapana on käyttää erillistä kuivaussuunnitelmaa. Yleisesti, jotta vesivarastoinnin negatiivisilta kuivumisvaikutuksilta välttyttäisiin, yli kuukauden vesivarastointi ei ole suositeltavaa.

Trooppiset lehtipuut kuten Teak ja Dipterocarpus-lajikkeet sisältävät kiteistä ja kovaa piioksidia (silica) 0.5 - 4 %, joka tylsistyttää sahojen terät; varsinkin kuivaa puuta sahattaessa/työstettäessä. Lisäksi trooppiset puulajikkeet sisältävät runsaasti öljyä ja eri kumilaatuja. Näin ollen ne ovat lauhkean vyöhykkeen puulajeihin verrattuna varsin paljon kestävämpiä. Tämä koskee myös vesivarastointia. Ongelmana tropiikin alueella ei ole niinkään vesivarastoinnin aiheuttamat laatuhaitat vaan kaadetun ja sahatun puun suojaaminen hyönteisiltä, laholta ja halkeamilta.

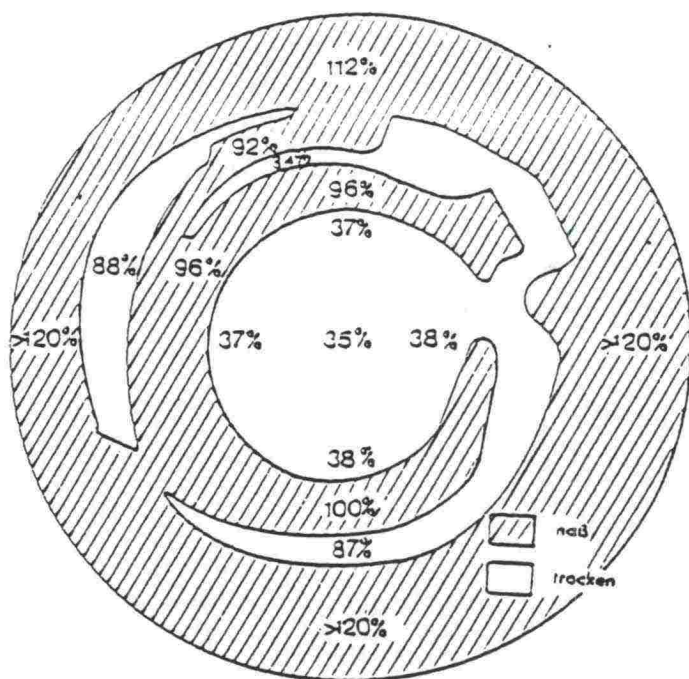
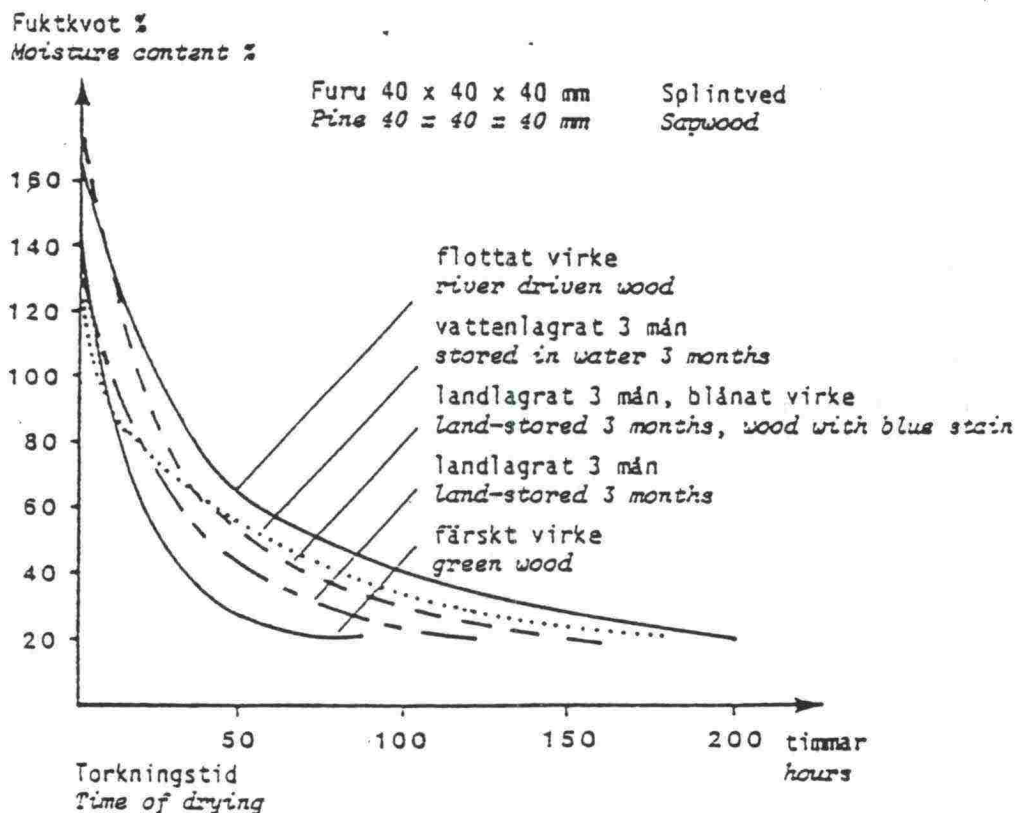


Abb. : Feuchtighetsprofil der Stammscheibe eines naß-gelagerten Fichtenstammes 3 m vom Zopf nach 3jähriger Lagerung.

På grundval av Tuomolas (1943) undersökningar redovisar Esping (1977) nedanstående diagram (Figur 1) som exempel på hur torkningshastigheten påverkas av timmerlagringen.



Figur Resultat från laboratorieförsök med torkning av vedprover ur olika lagrat tallsågtimmer. Efter Tuomola (1943), sammanställt av Esping (1977).

Figure Results from drying chunks of wood from *Pinus silvestris*, in laboratory, with different storing status. Tuomola (1943). Compiled by Esping (1977).

## 2.6 Kyllästys

Vesivarastoinnin aikana bakteerien puuaineelle aiheuttama muutos läpäisevyysominaisuuksissa lisää yleisesti puutavaran kyllästettävyyttä varsinkin vastustuskykyisillä puulajeilla kuten kuusella. Ongelmana on kuitenkin ollut teollisuuden standardikyllästyslaitteistojen osittainen sopimattomuustähän tarkoitukseen. Lisäksi kyllästysaineiden osakustannukset kasvavat kyllästettävän puuaineksen volyymin lisääntyessä.

Vesivarastoidulla puulla on lisäksi ominaisuus pienempään kyllästysaineiden (creosot) vuotamiseen puutavarasta kyllästyksen jälkeen (esim. mänty) ja kyllästettyjen tukkiennopeampaan kuivumiseen. Kuitenkin jos vesivarastointiajat ovat liian pitkiä, esimerkiksi männyllä yli 10 viikkoa, sitä on vaikea saada kuivumaan tarpeeksi nopeasti kyllästystä varten.

## 2.7 Sahatavaran jatkokäyttö

Maalaukseen vaikuttavat tekijät johtuvat puun vesivarastointiin liittyvästä absorptiokyvyn noususta, joka esimerkiksi jättää kyllästetyn tai pohjamaalatun pinnan paljaaksi. Puunsydänpuussa ei absorptiokyvyn nousua ole havaittavissa. Puun liimausteknillisiin ominaisuuksiin vesivarastointi ei vaikuta.

Johtuen suurentuneesta retentiokyvystä esim. männyillä esiintyy tahroja maali-pinnassa, kun taas kuusilla ilmenee luiskamaisia jälkiä. Mänty on tässäkin suhteessa kuusta herkempi. Yleisesti vesivarastointi ei vaikuta maalatun pinnan tasaisuuteen tai kiiltoon, jos maalaus suoritetaan käyttäen pohjamaaleja. Ohuen pohjamaalin absorptio voi olla hieman normaalia suurempi, mutta jos maalia käytetään tarpeeksi, jälkikäsitteilyongelmia ei esiinny. Vesivarastoinnin aikaisen kuorellisen puutavaran absorptiokyky on luonnollisesti kuoretonta pienempi.

Kuorellisena varastoidulle mäntypuulle maksimi vesivarastointiaikana voidaan pitää neljää viikkoa, kun taas kuoritulle kaksi viikkoa. Kuusipuulle vastaavat ajat ovat viisi ja kuusi viikkoa. Ajat perustuvat puun pintaosien yliabsorptioon (lakka tai maalausvika). Kuitenkin on syytä muistaa, että vaikutusten leviäminen syvemmälle puuhun vaatii pidemmän varastointiajan.

## 2.8 Selluloosa

### 2.8.1 Sulfaattikeitto

Sulfaattikeitossa vesivarastoidusta männystä valmistettu selluloosa kuluttaa vähemmän kemikaaleja ja antaa suuremman kokonaissaannon kuin maalla varastoitu mäntypuu. Erotus korostuu, kun impregnointi I. keittoliuoksen imeytyminen puuhakkeeseen on vaikeaa, esimerkiksi kun hake on paksua (5 mm) tai suhteellisen kuivaa (> 80 %). Vaikutukset ovat keskittyneet pintapuuhun. Sahojen sahausjätteet ovat pääasiassa pintapuuta, jolla on varsin suuri käyttömahdollisuus selluntuotannossa. Vesivarastoidusta puusta valmistetun selluloosan mekaaninen vahvuus on maavarastoidusta tehtyä parempi. Kuusen sulfaattikeitossa vesivarastoinnin vaikutukset ovat täysin vastakkaisia männyn vastaaville. Tosin kuusipuuta ei sulfaattiselluloosan valmistukseen juuri käytetäkään.

Käytetyt varastointiajat olivat maalla varastoitu 12/16 viikkoa ja vesivarastoitu 13 viikkoa + 9/13 viikon maavarastointi. Myös koivua ja muita lehtipuita käytetään sulfaattikeitossa. Esimerkiksi koivun 'processing value' ei vesikuljetuksen ja varastoinninaikana pienene. Pitkäaikainen varastointi suolavedessä voi aiheuttaa korroosiota ja ongelmia aineiden kierrätyksessä. Monet tehtaat eivät pidä raaka-aineen lyhytaikaista varastointia merivedessä laatua heikentävänä.

### 2.8.2 Sulfiittikeitto

Sulfiittikeitossa vesivarastoitu kuusi aiheuttaa maavarastoitua pienemmän keittosaannon. Kuorellisena vesivarastoitu kuusipuu aiheuttaa suuremman kemikaalikulutuksen kuin ilman kuorta. Massan mekaaniselle kestävyydelle eri varastointitavoilla ei ole merkitystä. Prosessia haittaavasta pihka-aineesta päästään tosin nopeammin eroon maavarastoinnilla.



### 2.8.3 Varastointiviat

Varastointiviat kohdistuvat yleensä puun pintakerrokseen, jolloin esim. ilman pintakastelua uitettuun puutavaraan muodostuu huomattavasti lahoa ja sinistymistä. Lisäksi uitetun kuorellisen kuusipuun tanniiniviat vaikuttavat ko. hakkeen laatuun. Lahoviat aiheuttavat kokonaissaannon pienenemistä. Lisäksi vaikutukset näkyvät massan laadussa, kuten esimerkiksi erivahvuusominaisuuksissa. Sinistymis- ja tanniiniviat eivät juuri haittaa sulfaattisellun valmistuksessa, mutta sulfiittikeitossa sekä hiokepitoisissa massoissa ongelmia esiintyy lähinnä massan valkaistavuuden heikkenemisessä l. kemikaalien kulutuksen kasvussa. Yleisesti voidaan todeta, että varastointitapa ei vaikuta olennaisesti sahakkeen arvoon, varsinkin kun puuta varastoidaan/kuljetetaan lyhytaikaisesti.

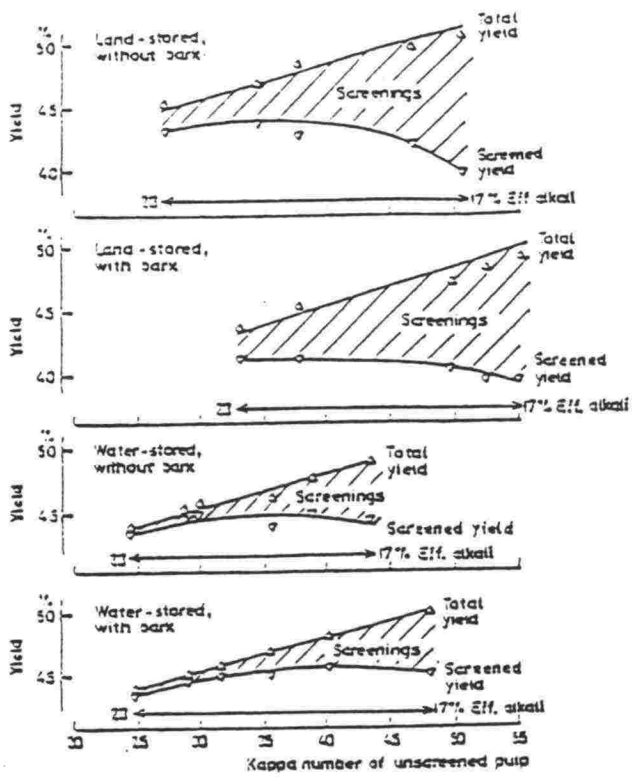


Fig. Yield, kappa number and amount of screenings obtained in kraft pulping land-stored and water-stored pine with alkali charges from 17 to 23% (5 mm thick chips).

svensk papperstidning nr 8 1977

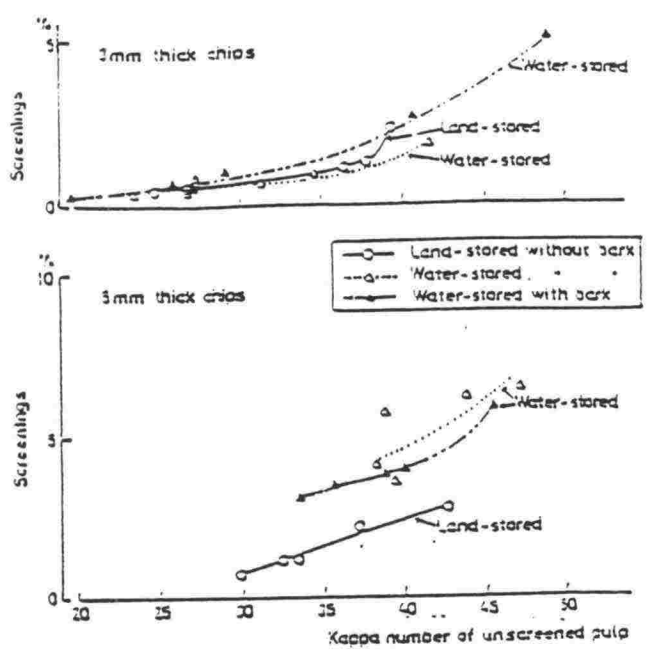


Fig. Screenings (expressed as % of wood) in kraft pulps of land-stored and water-stored spruce at different kappa numbers.

Table Amount of screenings (%) in kraft pulps of pine

	Land-stored				Water-stored				
	Barked		Unbarked		Barked		Unbarked		
Effective alkali (%)	17	18	17	18	19	17	18	17	18
Sapwood	10.1	6.6	14.3	3.4	3.9	1.0	2.3	1.2	
Heartwood		4.7			6.1	6.5	6.9		

svensk papperstidning nr 8 1977

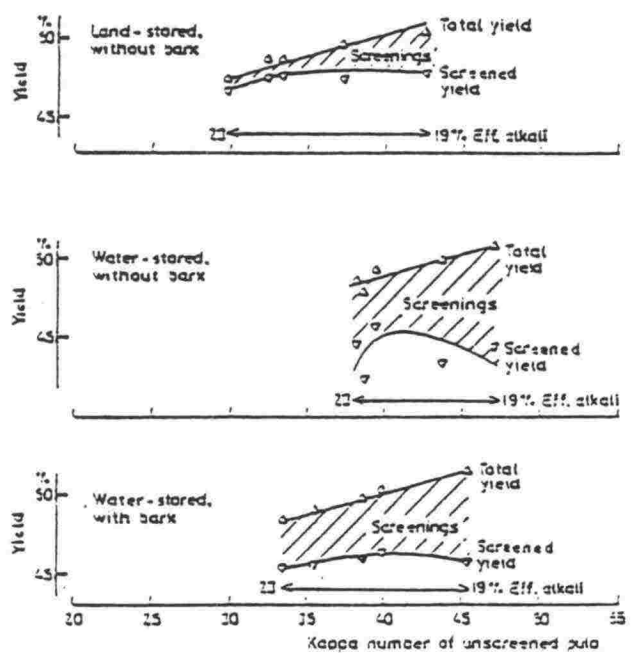
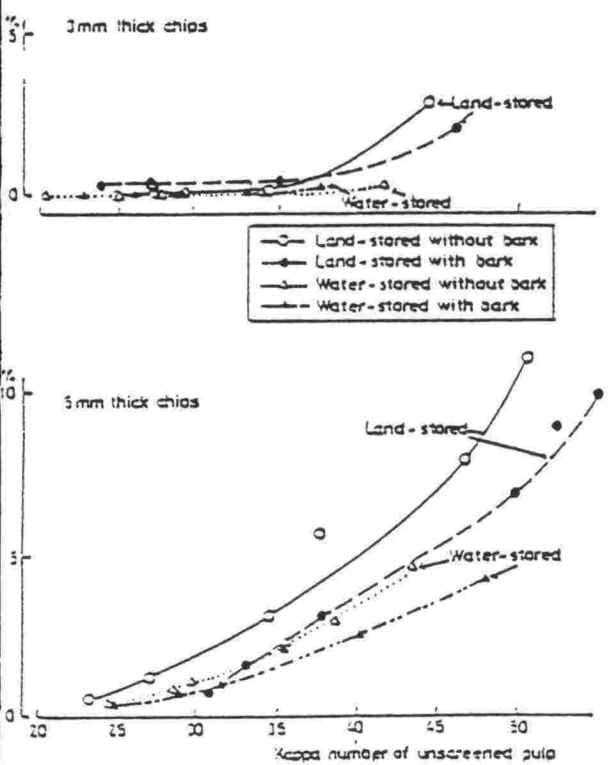


Fig. Yield, kappa number and amount of screenings obtained in kraft pulping land-stored and water-stored spruce with alkali charges from 19 to 23% (5 mm thick chips).

Fig. Screenings (expressed as % of wood) in kraft pulps of land-stored and water-stored pine at different kappa numbers.

## 2.9 Mekaaninen/termomekaaninen massa

Mekaanisen massan valmistuksessa puun kuitujen pituudella on suuri vaikutus massan laatuun. Vain harvat puulajit soveltuvat tähän tarkoitukseen (kuusi). Puuraaka-ainetta ei saa päästää kuivumaan, sillä hiokkeen valmistus kuivasta puusta tuottaa tarpeettoman määrän tikku- ja hienoainesjäännöstä. Myös mekaaninen kestävyys heikkenee. Korkealaatuista hioketta tuotettaessa puut pitäisi välittömästi kaadon jälkeen kuljettaa prosessoitavaksi. Jos puuta pitää varastoida ennen tehtaalle vientiä, uitto/vesivarastointi on suositeltavampaa maakuljetuksen ja -varastoinnin sijasta. Kuorellisena uitetusta ja vesivarastoidusta puusta (varastointiaika jopa 1.5 vuotta) valmistetun mekaanisen massan vahvuus ei juurikaan poikkea juuri kaadetun puun vastaavasta. Termomekaanisen massan raaka-ainevaatimukset ja muut varastointia koskevat seuraukset ovat samat mitä valmistettaessa mekaanista massaa.

## 2.10 Energiankulutus

Maalla varastoidun puun kuoriminen kuluttaa enemmän energiaa ja kuorimiskapasiteettia kuin vesivarastoitu, koska kuori on varsinaisessa puuaineksessä tiukemmin kiinni. Vesivarastoidun puun kuivaaminen vastaavasti vaatii enemmän energiaa.

## 2.11 Paperin valmistus

Selluloosan mekaanisen kestävyuden heiketessä sen tarve lisääntyy valmistettaessa selluloosaan pohjautuvia tuotteita. Valmistettaessa korkealuokkaista paperia havupuista tehdyn selluloosan mekaanisen vahvuuden heikkeneminen osaltaan rajoittaa edullisemmän, lehtipuista tehdyn, sellun käyttöä paperinvalmistuksessa.

## 2.12 Kuori

Kuusen ja männyn (havupuut yleisesti) kuoriaines sisältää noin 20 % veteen liukenevia uuteaineita. Jos kuori poltetaan vesivarastoinnin jälkeen kuoren polttoarvo laskee maalla kuljetettuun/varastoituun kuoreen verrattuna. Lisäksi vesivarastoinnin aiheuttama kuoren kosteuspitoisuuden nousu vähentää kuoren pyroteknisiä ominaisuuksia.

## 2.13 Muiden sivutuotteiden saanto

Mäntyöljyn saanto vähenee huomattavasti hitaammin vesivarastoidussa puussa. Terpeenien saannossa puun varastointi ei ole vaikuttava tekijä.

# 3 VAIKUTUKSET YMPÄRISTÖÖN

## 3.1 Fysikaaliset vaikutukset

### 3.1.1 Pudotuspaikat

Fysikaalisiin häiriötekijöihin pudotuspaikalla kuuluvat veden pohjan ruhjoutuminen tukkien suorassa kosketuksessa, puun kuori- ja hienoaineksen irtoaminen ja kerääntyminen, tukkien käsittelystä aiheutuva muu roskien kerääntyminen pohjaan ja kokonaisten tukkien uppoaminen. Häiriöiden voimakkuus ja laajuus riippuvat suuresti käytetystä tukkien pudotus-/laskutekniikasta veteen, vesialueen syvyydestä, pudotuspaikan veden pohjan luonteesta ja kerääntymistä, käsitellyistä puulajeista, puiden iästä, toiminnan ajankohdasta ja suuruudesta ja virtausolosuhteista.

Veden pohjan häiriintyminen ja hienoaineen kerääntyminen vaihtelevat suuresti eri pudotuspaikoilla. Lisäksi johtuen puun käsittelyn kytkeytyneisyydestä muuhun toimintaan pudotuspaikoilla (lajittelu, niputus ja varastointi) eri toimenpiteiden vaikutuksien erottelu on vaikeaa.

#### *Pohjan häiriintyminen*

Perusmenetelmistä vähiten pohjaa kuluttava tapa on puutavaran erillisillä nostolaitteilla suoritettu nosto/lasku tai helikopteripudotukset, edellyttäen että toiminta vuorovesialueilla ei keskity matalan veden aikaan. Suoraan kuljetusautoista pudotetut tukit tai juontaminen pudotuspaikalla saavat aikaan enemmän häiriötä. Vaikutukset ovat keskittyneet luonnollisesti vain pudotuspaikan alueelle. Johtuen pudotuspaikkojen yleensä riittävästä veden syvyydestä, tukkien suorat kosketukset pohjaan eivät ole yleisiä.

Niputetun ja irtonaisena olevan puutavaran vaikutukset poikkeavat toisistaan vain, jos pudotusalueen veden pinta on matalalla. Tällöin niputavaran kosketus pohjaan on irtopuita suurempaa.

### *Kuoriaineskerääntymät ja leviäminen*

Veden pohjalle puista irronneet kiintoainekset muodostuvat kuoresta ja varsinaisesta puuaineksesta. Jos puu on kuorittu ennen vesikuljetusta/varastointia vaikutukset ovat marginaalisia. Kuori- ja muu kiintoainekerääntymä vaihtelee suuresti eri paikoilla. Tukkien käsittelyalueilla on havaittu kasvua sekä keskimääräisen sedimentin partikkelikoon että orgaanisten kiintoaineiden suhteen. Kerääntymien suuruus/syvyys riippuu pudotuspaikan käyttöasteesta suhteessa toiminnan kestoon ja volyyymiin. Arvot voivat vaihdella muutamasta sentistä aina metriin asti. Kerääntymiin kiinnittyy helposti virran tai tukkien mukana lietepartikkeleita, jolloin kerroksen päälle muodostuu hitaasti lietettä.

Yleisesti kuori- ja puuainepartikkeleiden kerääntymisala vaihtelee suuresti. Esimerkiksi Alaskassa suoritetussa tutkimuksessa sukeltajat määrittivät pinta-alan suurimmillaan neljäksi hehtaariksi. Keskimääräinen leviämisala oli 0.8 ha. Virrat, pohjan luonne ja nousuvesi vaikuttavat kiintoaineensiirtymiseen syvemmillä vesillä ja peittymiseen pohjakerroksen alle. Kuoriainesten leviäminen on siis pientä heikonvedenkierron alueilla.

Varsinkin kuoriaines pysyy havaittavissa vielä vuosikymmenien jälkeen pohjan eri kerroksissa. Kuoriosan mätäneminen tapahtuu siis hitaasti.

Eri puulajeilla on merkitystä pudotuspaikoilla irronneen kuoriaineksen määrään. Yleensä 5-10 % kuoresta irtoaa vyörytyksen yhteydessä; joillakin lajeilla jopa melkein 20 %. Kuoren kiinnittymisen voimakkuus on yleensä puulajikohtainen, mutta riippuu myös mahdollisesta varastointiajasta. Myös veteenlaskumenetelmät (suora pudotus/nosto alas) vaikuttavat olennaisesti (jopa 10%) irronneen kuoriaineksen määrään.

### *Muun jätteen kerääntyminen ja uppotukit*

Myös uppotukkeja ja epäorgaanista ainesta kerääntyy pudotuspaikkojen läheisyyteen. Nippulankoja/kaapeleita ja mitalauttojen sitomisessa käytettäviä välineitä uppoutuu ajan myötä syvemmälle sedimenttiin. Uusittavat sidontakaapelit nippu-uiton yhteydessä vähentävät metallijätteen kerääntymistä. Vettä painavimmat puulajit uppoavat välittömästi veteen laskun jälkeen. Lehtipuut ovat yleisesti ominaispainoltaan havupuita suurempia. Niputtamisen yleistyminen ennen veteenlaskua on vähentänyt uponneidentukkien määrää. Myös oksia, havuja ja lehtiä on kerääntynyt puiden mukana veden pohjaan.

### 3.1.2 Varastointi

Tukkien varastointi aiheuttaa pohjavaurioita vuorovesialueella, puun kuoren ja hienoaineksen kasaantumista ja lautoista lähtöisin olevaa puiden uppoamista. Lisäksi varastoalueen veden aaltoliike ja valonläpäisevyys heikkenevät. Useat näistä fysikaalisista vaikutuksista ilmenevät myös pudotuspaikkojen yhteydessä. Vesivarastointi kuitenkin eroaa näistä joko vaikutusten laajuuden tai voimakkuuden suhteen.

### *Pohjan häiriintyminen*

Alueilla, joilla vesivarastot ovat tarpeeksi syviä, varsinaisia eroja pohjissa varasto- ja vertailualueiden välillä ei ole. Kuitenkin vuorovesialueilla matalan veden aikana varastoidut puut voivat huomattavasti vaurioittaa pohjanrakennetta aiheuttamalla syviä uria pohjaan. Lisäksi eri sedimenttikerrokset litistyvät lähemmäs toisiaan.

### *Kuoren kerääntyminen ja hajaantuminen*

Varastoalueilla kuori- ja muun hienoaineksen kerääntyminen pohjaan on huomattavasti vähäisempää kuin pudotuspaikoilla. Veden virtaukset tasoittavat paikallisia kerääntymiä.

### *Muut fysikaaliset häiriöt*

Uppotukkeja ei yleensä esiinny, jos niputusta käytetään. Matalista lauttamuodostelmista irronneet ja uponneet tukit voivat lisätä laivamatojen esiintymistä ja aiheuttaa home- ja bakteerilahon toiminnan lisääntymistä.

Varastoidut lautat heikentävät aaltoliikettä ja siten lisäävät lietteen ja puun hienoaineksen kerääntymistä. Puun hienoaines ja lauttojen aiheuttamat varjostumat vähentävät valon läpikulkua vedessä.

#### 3.1.3 Erottelu ja kuljetus

Erottelu tapahtuu yleensä erilaisilla veneillä ja laitteilla, jolloin tukkien pinta useasti rikkoutuu ja huomattavaa kuoren löystymistä ja irtoamista tapahtuu. Erottelulaitteet aiheuttavat pyörrevirtauksia vedessä, mikä voi häiritä pohjaa ja aiheuttaa vetysulfidin leviämistä mätänevistä kuori- ja hienoainesjätteistä.

Nippu- ja tavallisten lauttojen hajoaminen kuljetuksen aikana aiheuttaa suhteellisen vähän fysikaalista vaikutusta ympäristölle. Lauttojen erillinen hinaus matalilla alueilla voi aiheuttaa hienoaineen kasaantumista ja pohjan häiriintymistä. Hinauksen aikana pohjaan kiinni ottaneet lautat vaurioittavat ja urauttavat pohjaa. Lisäksi lauttojen hajotessa leviää metallijätettä.

Irtoutettaessa puuta hukkaprosentti on 0.5 - 2.0 % . Uponneen puuaineksen määrä riippuu puulajista ja olosuhteista. Osa puusta ajautuu väylän rantaan tai jää kiinni esimerkiksi kasvillisuuteen ja aiheuttaa kasautumia irtotukkeihin. Irtoutto aiheuttaa nippu-/lauttoittoa enemmän haittaa rannan reuna-alueille. Muodoltaan hieman käyrät ranta-alueet keräävät suurimman osan jätetuusta.

## 3.2 KEMIALLISET VAIKUTUKSET

### 3.2.1 Kuori- ja hienoaineksen hajoaminen

Puun kuoren ja hienoaineksen hajoaminen tapahtuu kahdessa vaiheessa. Ensimmäinen, suhteellisen nopea vaihe, tapahtuu erilaisten bakteerien toimesta. Toiseen vaiheeseen tarvitaan ligniiniä hajottavaa sientä, joka puuainesta syövien organismien avulla lisää leviämistään puuaineeseen.

### *Lisääntynyt biokemiallinen hapenkulutus*

Kuoren- ja puuaineksen hajoaminen sekä vesi- että pohjakerroksessa lisää biologista hapenkulutusta (BHK). BHK voi joissakin vesistöissä olla normaalia suurempi johtuen kuoriaineksen aiheuttamasta lisääntyneestä hapen tarpeesta. Vedenvirtauksella ja vaihtuvuudella on suuri merkitys hapenkulutuksen vaikutukseen. Yleisesti BHK:n nousulla on merkitystä vasta, kun veden virtaus ja vaihtuvuus on heikkoa (alle 0.01 m/s). BHK-arvon nousu edistää ravinteiden liukenemistä pohjasta ja vesistön rehevöitymistä.

Kerääntyneistä kuorilaskeutumista pohjiin on mitattu BHK-arvoja 0.2 - 4.4 g O/m<sup>2</sup> päivässä. BHK ei ole verrannollinen kerääntymien syvyyteen veden pinnan alla. Kuori ja hienoaineskerrostumien sekoittaminen tai veden voimakas pyörteily kerrostumien päällä saa BHK:n nousemaan kolminkertaiseksi aineksen kiihtyvän hajoamisen takia.

### *Vetysulfidi-pitoisuus*

Vetysulfidia syntyy kuoren hajoamisen seurauksena. Se reagoi vapaan raudan kanssa muodostaen rautasulfidia. Jos vapaata rautaa on vähän, niin se kaikki kuluu rautasulfidin muodostukseen, jolloin vapaita sulfideja esiintyy. Rikkikiisua muodostuu rautasulfidista, jolloin sidottu sulfidipitoisuus vähenee ja vapaan sulfidin muodostumisedellytykset paranevat. Kuori- ja hienoainesjätteillä on taipumus vähentää rautaa pohjan pintakerroksista päätellen mitatuista korkeista vetysulfidin pitoisuuksista kerääntymisalueilla. Rauhallisten sisävesialueiden kerrostumilla vapaata sulfidia ei juurikaan esiinny ilman pohjan häiriintymistä.

### 3.2.2 Uuteaineet

Huomattavia määriä (5- 15% kuoresta) liukenevia orgaanisia yhdisteitä vapautuu puun vesikuljetuksen/-varastoinnin yhteydessä. Uutteiden koostumus vaihtelee puulajeittain. Yleensä uuteaineet sisältävät tanniinia, pihkaa, öljyä, rasvaa, terpeenejä, karbohydraatteja, glykosideja, alkalideja, kiniiniä ja flavonoideja. Tanniinit, flavanoidit, kiniinit ja pihkakomponentit aiheuttavat pääasiassa veden keltaruskeaksi värjäytymistä. Nämä fenoliset uuteaineet vaikuttavat kukin eri tavalla hapenkulutukseen. Liukeneminen on nopeampaa



suolaisessa vedessä ja liukenemisaste laskee orgaanisten yhdisteiden määrän kasvaessa vesistöissä. Virtaavassa vedessä uutosprosessi on vakio lähes kuukauden ajan.

Noin 60 - 80 % liukenevista uutosaineista on haihtuvia. Uutosaste vaihtelee virtauksen, puun lajin ja iän, uuttamisajan ja vallitsevan lämpötilan mukaan. Suurimmat uuteaineliukenemiset tapahtuvat puun kuoren ja katkaistujen päiden kohdalla.

Liukenevien aineiden kuormitus on yleisesti ottaen vähäisempää kuorituista puista kuin kuorimattomista. Toisaalta tuntuva osa kuorikerroksen liukenevista aineista on ilmeisesti peräisin nilaosasta, jota kuorinnan jälkeen jää puuhun ja liukenee veteen.

Liukenevien orgaanisten aineiden kuormitusarvot vaihtelevat siis puulajeittain. 2000 m<sup>3</sup>:n suuruisen nippulautan on arvioitu keskimääräisellä uittopuun jakaumalla, jossa on kuorimatonta kuusi- ja mäntypuutavaraa, aiheuttavan biologisesti hajoavien orgaanisten aineiden kuormitusta 150 kg ja kokonaisfosforikuormitusta noin 1 kg/vrk. Ravinnekuormitukseen verrattuna puutavaran välitön happea kuluttuva vaikutus näissä olosuhteissa on suuri.

Keltaisen/ruskean värin leviäminen veteen vaikuttaa valonläpäisevyyteen ja siten levien kasvuun. Esimerkiksi Douglas-kuusen uuteaineet aiheuttavat kemiallisen hapenkulutuksen asteittaisen pienenemisen levillä noin kuukauden kuluttua uuteaineille altistumisesta.

Merivedessä uuteaineiden myrkyllisyys häviää ligniiniainesten muodostaessa kompleksiyhdisteitä kloridi-ionien kanssa. Suurin uuteaineiden haittapotentiaali keskittyy makeiden vesialueiden puunkäsittelyalueille.

### **3.3 ERITELLYT VAIKUTUKSET**

#### **3.3.1 Veden laatu**

Tukkien kuljetus/varastointi, kuten edellisessä kappaleessa mainittiin, ei aiheuta merkittävän myrkyllistä veden laatua pilaavaa ainesta. Veden PH-arvo ja sähkönjohtokyky eivät juurikaan muutu.

### 3.3.2 Kasvisto

Vaikutukset kasvistoon voivat kohdistua pehmeän tai kovan pohjan uriinnuttamisesta, pehmeän pohjan tiivistymisestä, valoisuusolosuhteiden muutoksesta, puun kuoren ja hienoaineksen kerääntymisestä, BHK-arvon kasvamisesta ja uuteaineiden leviämisestä. Uittoväylien perkaamisen yhteydessä uittaa haittaavat kasvistot poistetaan, mikä osaltaan vaikuttaa myös pieneliöstön ja kalalajien suojapaikkojen ja ravinnon yksipuolistumiseen. Traktoreilla suoritettujen tukkien veteenajo aiheuttaa jokivarsien pengerten leviämistä veteen ja kasvien peittymistä.

### 3.3.3 Pieneliöstö

Suurimpia haittavaikutuksia ovat pohjan I. kasvuympäristön tuhoutuminen ja pohjakosketuksista aiheutuva organismien tuhoutuminen. Lisäksi elinympäristön muuttuessa lajirikkaus vähenee ja kaupallisesti arvokkaiden tai kalanruuaksi kelpaavien lajien väheneminen voi entisestään pahentaa tilannetta. Pohjiin kerääntyneet kuori- ja puuaineskasaantumaiset lisäävät puuta hyväksikäyttävien lajien kasvua. Näihin kuuluvat mm. nilviäiset, harvasukamadot, juotikkaat ja surviaissääsken toukat.

Table Summary of log-handling impacts on plant communities

Log-handling effect	Major source of effect	Positive impacts	Mode of action	Negative impacts	Mode of action	
Compaction or scouring of soft substrates	Log dumping in shallow areas and intertidal log storage; propeller wash in shallow areas	None	--	Physical damage and uprooting of eelgrass and emergent vegetation; potential decreased primary production by benthic microalgae	Direct	
Scouring or abrasion of hard substrates	Log dumping in shallow areas; stranding of lost logs in intertidal environments	None	--	Physical damage to intertidal algae	Direct	
Accumulation of wood and bark debris	Log dumping and sorting; minimal contribution by log storage	Increased habitat for some macrophytes in areas with scattered debris; use of dissolved organic compounds in leachates by heterotrophic forms	Direct and indirect	Decreased species diversity and abundance of benthic microalgae and macrophytes. Potential indirect impacts from chemical changes in bottom waters (H <sub>2</sub> S and log leachates)	Direct	
Changes in the light environment (quality and intensity)	Log dumping related to increases in water turbidity; shading by rafted logs; presence of highly colored leachates	None	--	Decreased primary production by autotrophic species; potential changes -- in species composition in benthic forms under rafted logs	Indirect	
Time considerations						
	Short-term (<10 yr)	Long-term (>10 yr)	Space considerations	Probable recovery potential (years)	Degree of impacts	Factors influencing degree of impacts
Compaction or scouring of soft substrates	X	None	Insignificant area affected by log dumping; up to moderate coverage of some estuaries	5	Insignificant to minor	Presence of extensive eelgrass meadows would increase potential impacts; intertidal log storage in estuaries would also increase impacts
Scouring or abrasion of hard substrates	X	None	Insignificant area of impact in regional terms	5	Insignificant	
Accumulation of wood and bark debris	Chemical-related impacts	In areas of heavy debris accumulation and poor tidal flushing	Insignificant to moderate; depending on tidal flushing and log-handling techniques	5-10	Insignificant to moderate	Impact assessment hampered by data deficiencies; impact would be greatest in estuarine areas where plant communities provide habitat or food for invertebrates, fish, birds
Changes in the light environment (quality and intensity)	Turbidity and coloration effects	Shading in long-term log-storage areas	Insignificant area of impact	5 5	Insignificant to minor	Shading by extensive log storage in estuaries would increase potential for light-related impacts; also depends on time of year

-- = not applicable

Table --Summary of log-handling impacts on benthic and intertidal invertebrates

Log-handling effect	Major source of effect	Positive impacts	Mode of action	Negative impacts	Mode of action	
Bottom scouring	Free-fall dumping in shallow waters (including barge dumping); tug wash in shallow estuaries	None	--	Crushing of epifaunal and infaunal species; habitat disturbance	Direct	
Sediment compaction	Free-fall dumping in shallow waters and intertidal log storage	Possible increase in abundance of some species of mobile epifauna such as harpacticoids	Indirect	Destruction of habitat and crushing of suspension-feeding fauna (bivalves, polychaetes); decrease of infauna and sedentary species of epifauna	Indirect; direct	
Bark and debris accumulations; lowered oxygen levels; toxic accumulations of H <sub>2</sub> S and log leachates	Free-fall dumping; water sorting; log storage is generally a minor contributor	None	--	Mortality of epifauna and infauna; potential sublethal effects resulting in altered secondary production	Direct	
Physical changes in sediment and bottom composition	Free-fall dumping and water sorting; flat-rafting may contribute to log sinkers	[Increased abundance of epifauna where scattered bark and debris provide additional habitat and attachment sites (wood-boring species, amphipods, shrimp, prawns, crabs, tunicates, nonourrowing anemones)	Indirect	Infauna--decreased biomass, elimination of suspension-feeders (bivalves and polychaetes); lower species diversity  Epifauna--reduced abundance when bark and debris have decomposed to soft, flocculent consistency	Indirect	
Time considerations						
	Short-term (<10 yr)	Long-term (>10 yr)	Space considerations	Probable recovery potential (years)	Degree of impacts	Factors influencing degree of impacts
Bottom scouring	X	None	Insignificant area of impact in relation to available habitat	<5	Insignificant to minor	Dumping or other activities causing scouring in important areas, such as estuaries or commercial/recreational shellfish-harvesting areas, would lead to minor impact
Sediment compaction	X	If site used continuously	Insignificant area for dumping; insignificant to moderate area for rafting-storage areas	<5	Insignificant to moderate (moderate when site used 10 years)	Large storage areas in important estuaries or commercial/recreational shellfish-harvesting area duration of use of log-handling area
Bark and debris accumulations; lowered oxygen levels; toxic accumulations of H <sub>2</sub> S and log leachates	X	None	Insignificant to moderate depending on tidal flushing and log-handling techniques	<5 (depending on rate of decomposition)	Insignificant to moderate	Few reported instances; lack of information for benthic environments; dumping and sorting in important estuaries or commercial/recreational shellfish areas may increase impacts
Physical changes in sediment and bottom composition	None	X	Minor to moderate, depending on tidal flushing and log-handling techniques	<5	Minor to moderate	Extent of debris coverage; importance of area: important estuary or commercial/recreational shellfish-harvesting area

-- = not applicable

### 3.3.4 Kalat

Mikäli pudotuspaikka ja nippujen varastointialue on kalojen lisääntymisaluetta, saattaa sen pinta-ala supistua. Näin tapahtuu erityisesti silloin, jos tehdään pengerryksiä ja rakennelmia vesialueelle. Missä määrin uittojäte ja pohjan roskaantuminen mahdollisesti haittaavat kudun onnistumista riippuu hyvin paljon eri olosuhteista. Selvää kuitenkin on, ettei lisääntymisalueiden supistumisen välttämättä tarvitse aiheuttaa lopullista poikastuotannon pienenemistä.

Pohjaeläinten lukumäärä ja biomassa on pudotuspaikoilla yleensä vertailualuetta suurempi. Lajikoostumuksessa saattaa olla kuitenkin eroja. Pohjaeläinravinto yhdessä varastoitujen nippujen pinnalle kertyvän pieneliöstön kanssa rikastuttaa kalojen ravintoa. Kalojen, esimerkiksi ahvenen ja lahnan, on todettu helpomman ja runsaamman ravinnonsaannin vuoksi hakeutuvan varastointialueelle.

Jos alue on tehokkaassa käytössä, voi työmelu ilmeisesti olla arimpien kalalajien suhteen tekijä, joka voi vaikuttaa kudun onnistumiseen. Sen sijaan melu ei muina aikoina häiritse kalojen viihtyvyyttä. Päinvastoin on tunnettua, että uittoajoista saadaan usein kolisevien irtouitettujen tukkien alta hyviä saaliita.

Table - Summary of log-handling impacts on fish

Log-handling effect	Major source of effect	Positive impacts	Mode of action	Negative impacts	Mode of action	
Physical disturbance to water column and bottom	Free-fall dumping; water sorting in shallows; intertidal log storage	None	--	Disturbance to fish present; destruction of herring and smelt spawn	Direct	
Accumulation of bark and log debris and floating materials	Log storage and bark- and wood-debris accumulations at dump and water-sorting areas	Increased abundance of some fish-food organisms; possible attraction of some species to log-raft or debris habitats	Indirect	Toxicity or sublethal effects from log leachates and low dissolved oxygen  Loss of fish-food organisms in areas of heavy debris accumulation	Direct  Indirect	
Bottom compaction and scouring	Free-fall dumping; water sorting; intertidal log storage	None	--	Loss of aquatic plants for herring spawning; loss of invertebrate food organisms	Indirect	
Time considerations						
	Short-term (<10 yr)	Long-term (>10 yr)	Space considerations	Probable recovery potential (years)	Degree of impacts	Factors affecting degree of impacts
Physical disturbance to water column and bottom	X	None	Localized; areas of fish use are site- and time-specific	<5	Insignificant to minor	Fish use depends on time of year and is restricted to some areas (no documented evidence of impact)
Accumulation of bark and log debris and floating materials	X	None	Localized and depends on the degree of available dilution	<5	Insignificant	Toxicity-related impacts may increase with decrease in salinity and decrease in degree of tidal flushing (no documented instance of toxicity to fish in field)
			Restricted to areas of debris accumulation	>5	Insignificant to minor	Advanced decay of bottom debris will reduce invertebrate food sources
Bottom compaction and scouring	X	None	Restricted mainly to areas of direct bottom disturbance	>5	Insignificant to moderate (potential)	Importance of spawning area and aerial extent of disturbance determine site-specific impact (no documentation of effects to fish populations)

-- = not applicable

### 3.3.5 Vesistön hydrologia

Patojen uittokäytössä niiden läpi joko uitetaan tai vaihtoehtoisesti säästetään vettä alapuolisessa vesistössä tapahtuvaa uittoja varten. Uittopadoilla suoritettava veden varastoiminen pienentää sivujoista pääjokeen tulevaa virtaamaa silloin, kun pääjoki on herkimmillään tulvimisen ja jääpatojen syntymisen kannalta (Suomen olosuhteet).

Väylien perkaus aiheuttaa joen hydraulikkaan muutoksen, jolloin jokien välisten suvantojen vedenpinnat laskevat. Tästä aiheutuu itse joen varastoimiskyvyn heikkeneminen, virtauksen muuttuminen luonnottoman tasaiseksi ja suoraviivaiseksi ja uoman vedenläpäisevyyden kasvaminen.

Uittotoiminnan hydrologiset vaikutukset korostuvat uittotoiminnan ja patojen käytön loputtua, jolloin esimerkiksi tulvat aiheuttavat vaaraa rakennusalueille. Esimerkiksi Suomessa uittoväylien entisöintiin on viime aikoina kiinnitetty huomiota.

### 3.3.6 Virkistyskäyttö

Uiton vaikutus kalastukseen ja veneilyyn riippuu lähinnä uittotavasta. Varsinkin irtouitto estää joilla uiton aikana suoritettavan muun toiminnan lähes kokonaan. Uppopuut ja muut roskat haittaavat niin kalastusta kuin veneilyäkin. Nippu-uiton yhteydessä veneilyyn ja kalastukseen liittyvät haitat ovat vähäisempiä. Puun pudotuspaikkojen vahingoista maksetaan yleisesti eriasteisia korvauksia (jäävät varsin pieniksi). Vesistöjen virkistyskäytön ja uittotoiminnan yhteensopi- vuus riippuu hyvin paljon niin uittotoimintaa harjoittavien kuin kalastajien ja veneilijöiden erimielisyyksien sovittamisesta. Esimerkiksi Kanadan uittoalueilla eri osapuolien väliset kiistat on saatu varsin hyvin sovittua.

## 4 PROOMUKULJETUKSIA

### 4.1 Yleistä proomukuljetuksesta

Teollisuuden laatuvaatimukset ja puutoimitusten tiukentuvat aikataulut vievät puuta uitosta muihin kuljetusmuotoihin. Laivaus proomukalustoilla on varteen-otettava kilpailija uitolle ja rautateille, sillä vesikuljetus on yleisesti edullisinta pitkillä matkoilla. Proomujen kuljetuskäytön oletetaan kasvavan alueilla, joissa toiminta on mahdollista. Kilpailukyky toisiin kuljetusmuotoihin nähden riippuu lähinnä kuljetuksen oikeasta ohjelmoinnista ja kuljetettavasta puumäärästä.

Puiden uitto-ominaisuuksien muuttuminen osaltaan vaikuttaa proomukuljetuksen lisääntymiseen. Hakkuu-kuljetus-kulutus-prosessin lyheneminen ja muutokset puulajikannoissa hakkuiden myötä huonontavat uitettavan puun uitettavuutta. Lisäksi tarve pienpuu/sahanpurukuljetukseen on yleisesti lisääntymässä.

Myös muutokset kuljetusreiteissä ja toimitusmatkojen pidentymisessä puoltavat proomukuljetusta. Säämuutosten aiheuttamat häviöt varsinkin meri- ja rannikkoalueilla puutavara uiton yhteydessä ja ylimääräisiltä varastoilta säästyminen tehdaspäässä raaka-aineen toimituksessa ovat mainittavia seikkoja. Tehtaiden ja raaka-aineen toimitusalueiden välinen etäisyys on myös yleisesti kasvamassa, jolloin puutavaran aluskuljetus takaa raaka-aineen riittävän nopean toimituksen. Esimerkiksi Saimaan vesistön alueelta puu saadaan kahdessa vuorokaudessa lastauksesta tehtaalle. Vastaava uitto hinaus kestää yleensä vähintään viikon ajan.

Nippujen lastaaminen on irtopuun lastaamista suositeltavampaa ajan säästön ja puuaineksen pienemmän rikkoutumisen vuoksi. Näin on huolimatta nippujen satunnaisten rikkoutumisten aiheuttamista raaka-aine- ja kuljetusaikahäviöistä.



## 4.2 Proomutyypit

Kuljetustavan mukaan proomut voidaan jakaa hinaus-/työntöproomuihin ja moottoroituihin proomuihin. Lähietäisyyksillä käytetään hinaus- tai työntöproomuja, jolloin kuljetusnopeus on yleensä alle 10 solmun luokkaa. Pidemmällä matkoilla moottoroidut proomurakenteet ovat yleisempiä. Tyypillinen lasti vaihtelee 500 - 1500 DWT:n välillä.

Proomukuljetus voi olla joustava kuljetusmalli; erityisesti jos käytettävissä on tarpeeksi yksittäisiä proomuja, jolloin proomuhinaaja voi "sukkuloida" samanaikaisesti, kun proomuja puretaan ja lastataan kuljetusreitillä eri päissä.

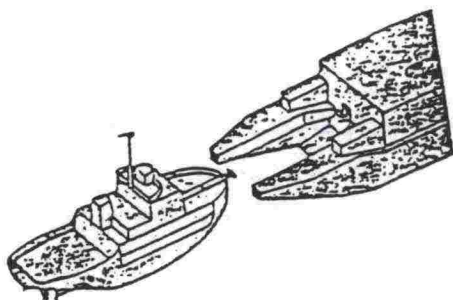
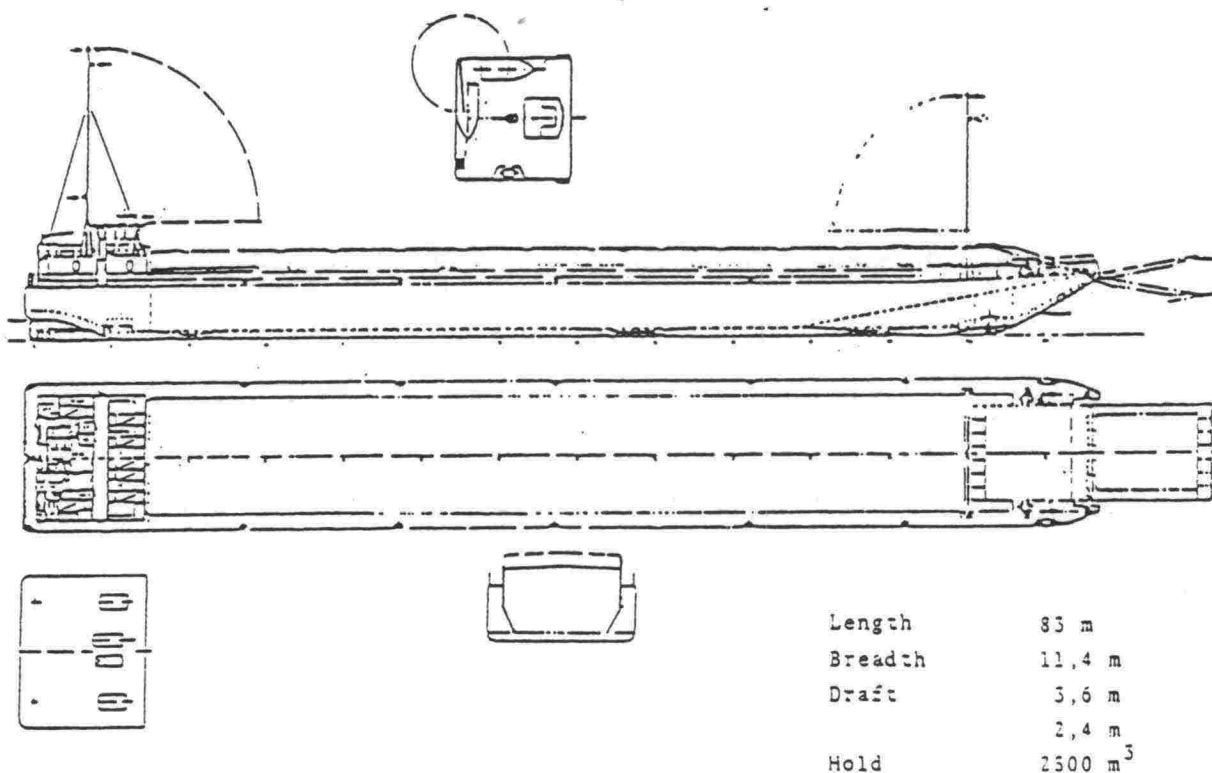


Fig. The general principle of the Tug-Barge System. system includes unengined barges and sea tug(s).

FIG. The motor barge Saima.



### 4.3 Proomukuljetus eri maissa

#### 4.3.1 Suomi

Suomessa muutamat yksityiset yritykset ovat ryhtyneet kokeilemaan proomukuljetuksien soveltuvuutta paikallisiin olosuhteisiin. Huonosti uiva koivu ja harvennusmetsiköistä tuleva riukupuu sekä tuore mänty annetaan jo mielellään kuivalastiksi. Entistä enemmän proomuissa kuljetetaan myös hiokkeeksi menevää kuusta, joka tummuu uitossa.

Merenkulkuhallitus on aloittanut puun laivausten edistämisen Saimaan väylillä rakentamalla lastauslaitureita ja rampeja pudotuspaikkojen tilalle ja parantamalla väylästä. Saimaan alueelta tulevasta puusta kulkee proomuissa alle kymmenesosa l. vajaat 300 000 m<sup>3</sup>.

Suomessa on aikaisemmin kokeiltu vain pienien puuerien erikoiskuljetuksia proomuilla lukuunottamatta IVY:stä Saimaan kanavan kautta kuljetettuja puueriä. Vuoden 1992 kuljetuskokemukset isoilla proomuilla auttavat uuden kuljetusmuodon hyödyntämistä tulevaisuudessa silloin, kun se on taloudellisesti kannattavaa.

#### 4.3.2 Kanada

Tukkien proomukuljetus British Kolumbian rannikolla kehitettiin tarpeesta siirtää puutavara ilman häviöitä ja nopeasti pohjoisen ja läntisen Vancouverin rannikolta Vancouverin eri tehdaspaikoille. 1980-luvun alkupuolella noin 30 % rannikko alueen tukkituotannosta kuljetettiin proomuilla ja yleisesti aluskuljetusten määrä on vuosittain ollut nousussa.

Puut lastataan kuljetusaluksiin pääosin nippuina, koska ne voidaan autokuljetuksen yhteydessä jo osittain lajitella. Nippujen kestävyys on kuitenkin rajallinen ja vaijeriliitosten auetessa puiden karkaaminen ja lisäerottelu aiheuttaa vahinkoa kuljetuksen tehokkuudelle. Hydraulista painepuristinta ja alumiinivaippoja on alettu käyttää apuna vaijeriliitosten kestävyuden lisäämiseksi.

---

Uusimmat alukset, joiden pituus on 130 m, leveys 27 m ja lastauskapasiteetti 11 000 t, on varustettu aluksiin asennetuilla 40 tonnin nostureilla, joiden toimintasäde on 25 m. Alusten moottorit ovat 6000 hv luokkaa ja niiden toiminta-nopeus on keskimäärin 13 solmua. Alusten purkaminen tapahtuu kallistamalla niitä tyhjennettävien vesitankkien avulla. Purkupaikalla on vettä yleensä oltava vähintään 9 m. Vedessä olevien kasojen selvittämiseksi käytetään erikoisesti puun erotteluun ja selvittelyyn suunniteltuja pienveneitä. Pitkillä, n. 1000 km matkoilla kuljetus on edullista ( $2 \text{ p/m}^3\text{-km}$ ), mutta kustannukset nousevat kannattamattomiksi lyhyillä väleillä.

LOG BARGE CHARACTERISTICS

Ballast Capability

Cannot control depth during loading nor prior to dumping.

Capable of pumping ballast as barge is loaded to maintain constant minimum deck height and can add ballast just prior to dumping to avoid "cork effect" of a suddenly empty barge.

Dumping Procedure

Valves are opened below the loaded waterline to flood "tipping tanks" on one side. If successful the load slides off by the time the water in the tanks is level with the sea and the tanks drain from the valves which are above the waterline in the unloaded condition. If unsuccessful, there is no facility to increase the tilt to encourage the load to slide.

Following the pre-dump ballasting, water can be pumped from the non-tipping to the tipping side to force the vessel into a list of up to 40° compared to about 12° possible with uncontrolled flooding. This pumping is in addition to the gravity feed system used on the towed barges.

Cranes

Diesel-powered units mounted on pedestals - no opportunity to service while underway on the unmanned barge.

Power is derived from the main engines and operate electric or electric/hydraulic cranes mounted on the manned vessel.

Control

Barge is difficult to control on short towline in restricted waterways and at slow speeds. Towline deflection may exceed 10 metres with risk of snagging on the bottom.

Twin steering nozzles and no towline allow absolute control under all conditions. Bow thruster available for precise positioning. Water depth required is determined by the vessel's draft.

SELF-DUMPING LOG CARRIERS  
S.C. COAST - 1979

	Dimensions (metres)		Capacity (tonnes)	Loaded Draft (metres)	Year Built
	Length	Breadth			
<b>Self-Propelled &amp; Self-Loading</b>					
Macmillan Bloedel Limited					
HAIDA MONARCH	129	25.3	11 500	5.25	1974
HAIDA BRAVE	121	25.1	9 100	5.30	1978
<b>Self-Loading</b>					
Riva					
RIVTOW CARRIER	112	23.2	9 500	5.50	1965
STRAITS LOGGER	112	23.2	9 500	5.50	1964
STRAITS TRAVELLER	96	18.9	4 900	4.25	1961
Seaspan International Ltd.					
SEASPAN FORESTER	138	27.4	17 250	6.55	1970
SEASPAN YARDER	111	24.4	10 250	5.50	1965
S.C. Forest Products Ltd.					
SHIFTSURE PRINCE	111	20.7	7 250	5.00	1970
FOREST PRINCE	93	18.3	4 500	4.25	1960
Crown Sellenbach Canada Ltd.					
CS 11	111	23.2	9 500	5.50	1970
Shields Navigation Ltd.					
HAIDA CARRIER	105	19.5	6 500	4.25	1961
<b>Flat Deck</b>					
Crown Sellenbach Canada Ltd.					
CS #2	105	19.5	6 200	4.25	1961
CS #3	87	13.3	4 300	3.95	1957
CS #4	87	13.3	4 300	3.95	1957

#### 4.3.3 Indonesia

Puuraaka-aineen alueen kuljetus Indonesian saariryhmän alueella suoritetaan eri tyyppisillä ja kokoisilla aluksilla. Vielä 70-luvun lopussa 80 % saarien välisestä liikenteestä hoidettiin purjeveneillä. Sumatran ja Kalimantanin saarilta puuta kuljetetaan Jaavan saarelle, jonne teollisuus on keskittynyt. Vuonna 1986 Jaavan saarella oli 36 paperitehdasta. Teollisuuden puuntarpeen lasketaan nousevan yli 20 milj. m<sup>3</sup>:n rajan yli vuosituhannen vaihteessa.

Saarien sisäisissä jokikuljetuksissa käytetään varsin vähän proomuponttoonirakenteita, koska jokiosuudet soveltuvat hyvin lauttojen hinaukseen ja puuraaka-ainekin on yleisesti kelluvaa. Vuonna 1986 Indonesialla oli 8000 rekisteröityä alusta, josta puolet oli purjealuksia (osa moottoroitu). Saarten väliseen liikenteeseen oli varattu 255 alusta (400.000 dwt) ja ulkomaan liikenteeseen 35 suuralusta (450.000 dwt).

Vuonna 1982 Indonesia aloitti MSDP-ohjelman (Maritime Sector Development Program), joka keskittyy lähinnä satamajärjestelyiden tehostamiseen ja protektionistiseen merenkulkupolitiikkaan. Ulkomaiset alukset saavat kulkea suunnitelman mukaan vain määrättyjen satamien ("Four Gateways") kautta. Vaikka raakapuu ja jalosteet voidaan käsitellä ja lastata yhdessä ja muun rahdin mukana, satamat vaativat erikoisjärjestelyjä. Monet tehtaat sijaitsevat varsin kaukana määrättyistä satamista. Välivarastojen ja terminaalien rakentaminen tavaravirran tehostamiseksi on toteutumassa.

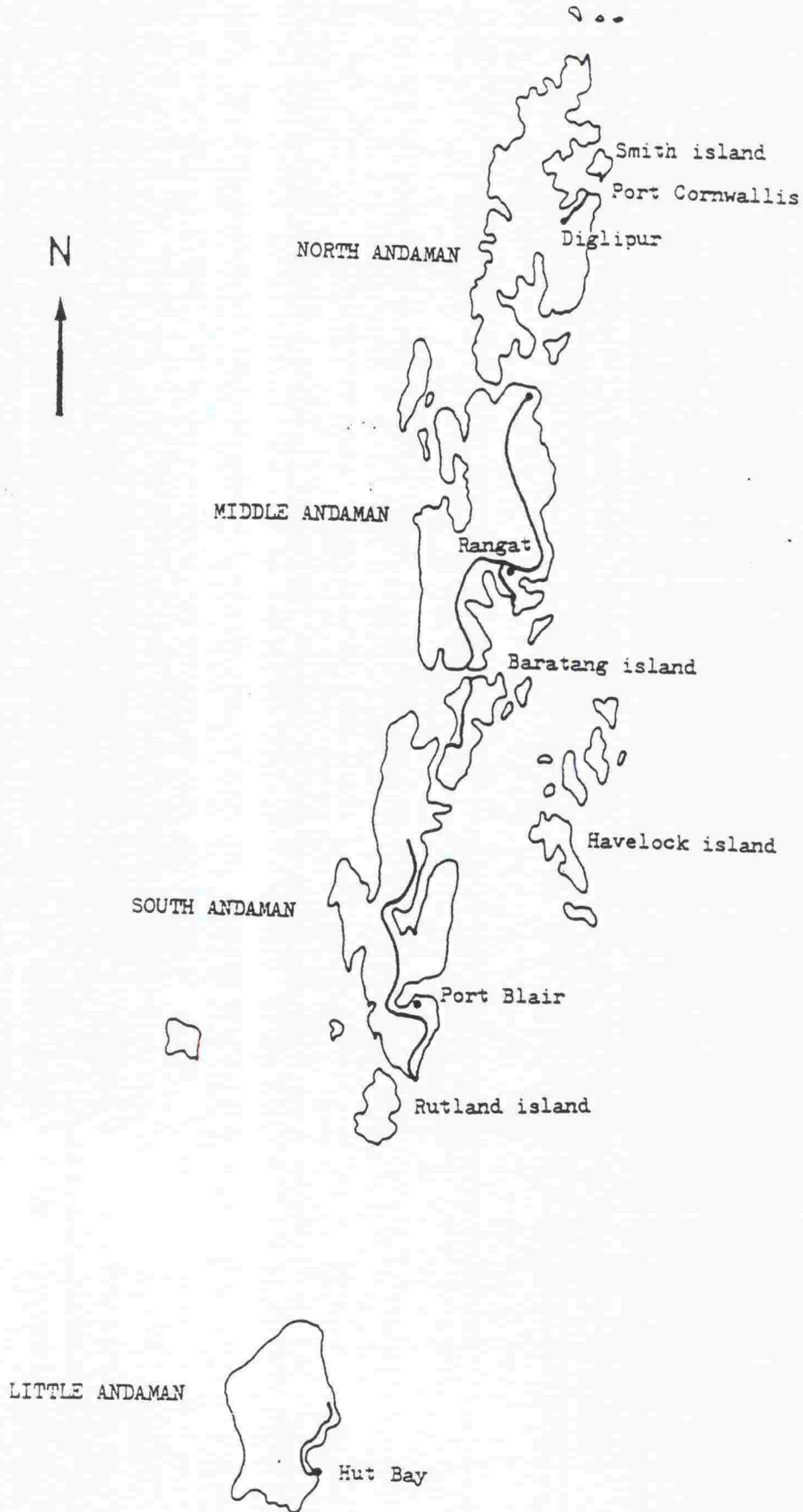
#### 4.3.4 Intia - Andamanin ja Nicobarin saariryhmä

Bengalin lahden alueella sijaitsevat Andamanin ja Nicobarin saariryhmät kuuluvat Intian liittoalueisiin. Molemmat saari-ryhmät koostuvat yli 500:sta saaresta. Saarien pinta-alasta noin 90 % on metsämaata (7500 km<sup>2</sup>).

Puutukkien ja sahatavaran kuljetus Intian emämaahan tapahtuu 2400 t aluksilla. Osa aluksista on erityisesti suunniteltu puutavaran kuljetukseen. Myös pienempiä, yksityisten omistuksessa olevia aluksia (500/750 t), käytetään kuljetukseen. Alueella on viisi erityistä puutavaran laivaussatamaa; kuljetusten volyymit v. 1977 emämaahan ja etelä-Andamanin alueelle olivat 40 000 ja 17 000 m<sup>3</sup>.

Sisävesikuljetus keskittyy eri saarien alueelta Etelä-Andamanin Port Blair-satamaan, jonne saaristoryhmän teollisuus on sijoittunut alueen rannikkoalueille. Puu kuljetetaan paikan päälle lauttoina, pienissä aluksissa tai proomuissa.

Raakapuun keräämiseen alueella on käytetty 200 t moottoroitua proomua, joka on aikaisemmin ollut armeijan käytössä viime sotien aikana. Proomu voidaan tuoda suoraan rantaan ja sen etuosa voidaan irroittaa tai sen korkeutta säätää. Tukit nostetaan proomuun 60 hv:n vintturilla. Proomun käyttö on osoittautunut toimivaksi lukuunottamatta alukseen kuuluvien kahden 500 hv:n moottorien aiheuttamia suuria käyttökustannuksia.





#### 4.3.5 Filippiinit

Filippiinien saarialueen 30 milj. ha:sta yli puolet on metsittynyttä. Puiden lauttaitto on edelleen yleisin tapa kuljettaa puut vesitse. Alueilla, joilla ei ole tarpeeksi satamatilaa suurille valtamerialuksille proomuja käytetään tukkien ja muun puutavaran siirtoon kuljetettaessa ne ulommas rannikkoalueelta lastausta varten.

#### 4.3.6 Mekong-joen alue

Mekong-joki on tärkeä kuljetusväylä Indo-Kiinan sisäosiin. Vietnam, Kamputsea, Laos, Thaimaa ja Kiina kuuluvat sen jokivarsien maihin. Puutavaran kuljetus tapahtuu lähinnä proomuilla; uittoa ei juuri esiinny lukuunottamatta bambulauttojen uittoa (Laosista pohjoiseen päin ei tietoa). Proomuissa kuljetetut tukit ovat yleensä 3 - 5 m:n pituisia. Aina Stung Tengiin asti kulkee 3000 - 5000 t:n lastia kuljettavia proomuja. Liikenne on kuitenkin varsin hiljaista. Pääosa vesiliikenteestä keskittyy suistoalueen osuudelle, sillä suuret valtamerialukset pääsevät nousemaan jokea pitkin Phnom Penhiin asti.

#### 4.3.7 Vietnam

Vietnamin alueella proomukuljetusta harjoitetaan yleensä kunnostetuilla jokiväylillä kuten Red, Thuong ja Lam Rivers ja rannikkoalueilla. Puutavaran vesikuljetus proomuilla on noin 10 % maan keskiosissa ja 15 % koillisosissa koko vesikuljetusvolyymista. Keskimääräinen kertakuljetusmäärä on 6000 m<sup>3</sup>:n luokkaa rannikkoalueilla (6 proomua) ja noin 1500 m<sup>3</sup> sisävesialueella (8 proomua). Kuljetusmatkat vaihtelevat välillä 150 - 1400 km. Puutavaran lastaus ja purku on mekanisoitua.

#### 4.3.8 Etelä - Amerikka

Vesikuljetuksesta Etelä-Amerikan alueella ei ole tarkkaa tietoa. Osasyynä tähän voidaan pitää alueen maiden heikkoa osallistumista alan seminaareihin. Tiettävästi eräissä metsäteollisuuden projekteissa, joiden suunnitteluvaiheeseen suomalaisetkin osallistuvat, tarkastellaan puutavaran vesikuljetuksen kilpailukykyä. Seuraavaksi erikseen tarkasteltavien maiden tiedoista suuri osa koskee yleistä vesikuljetustoimintaa l. mahdollisuutta puutavaran vesikuljetukseen.

Brasiliassa on jokiväyliä n. 43 000 km. Amazon-joki on kulkukelpoinen n. 3700 km matkalta aina Peruun asti. Sisävesillä kuljetettavan tavaramäärän osuus on pieni kokonaiskuljetusmäärään nähden. Rannikkoliikenne on suhteellisesti sisävesiliikennettä tärkeämpää. Ruuhkautuminen ja varastotilojen puute ovat yleisiä ongelmia.

Boliviassa on kulkuväyliä pääosin joissa (n. 19 000 km) sekä yhteys Amazon-joen allasalueelle. Liikennöitävät vesitiet muodostavat ainoan kuljetusmuodon maan koillisosassa. Parana-Paraguay-jokienväliselle kanavalle on suunniteltu työntöproomuliikennettä.

Kolumbian tärkein vesikuljetusjoki on Magdalena, joka on kulkukelpoinen 1450 km:n matkalta Barranguillasta Puerto Bessioon. Sisävesi- ja rannikkoliikenne vastaa 15 % kokonaiskuljetusmäärästä. Sisävesiliikenteessä Magdalena-joen osuus on 96 %. Myös muuta liikennettä esiintyy erityisesti Amazon- ja Orinocojoilla.

Venezuelassa on sisävesireittejä Orinoco-joella (1 120 km) ja Maracaibo-järvellä.

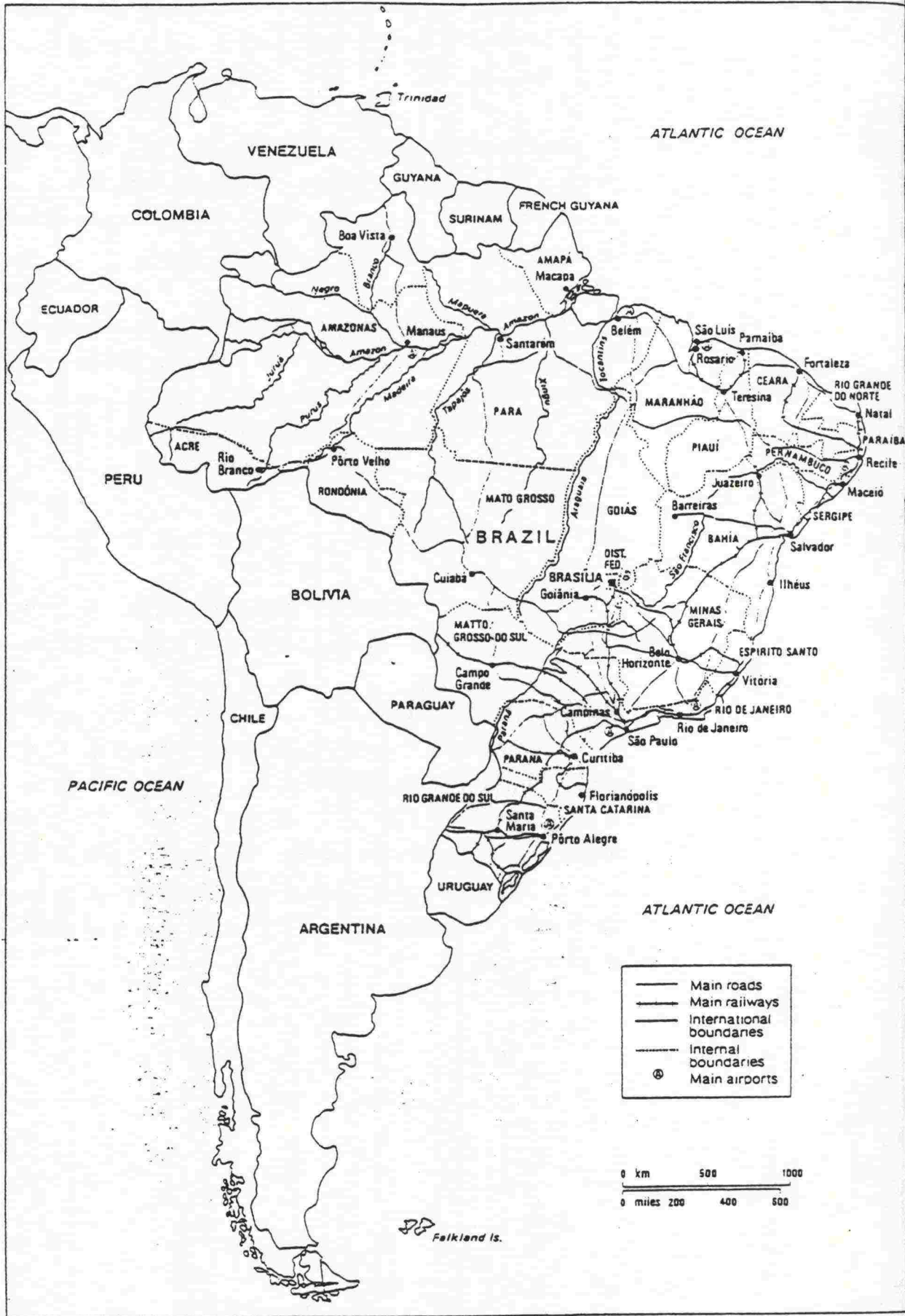
Ecuadorissa liikenne on keskittynyt Esmeraldas-, Mira- ja Guayas-jokien alajuoksuille lähelle rannikkoa. Kulkuväyliä on noin 200 km.

Guayanen sisävesiliikenteestä valtaosa on jokiliikennettä. Tärkeimmät joet ovat Cuyuni, Mazaruni, Essequibo, Demerara ja Berbice. Kulkukelpoisten väylien yhteispituus on vajaa 1000 km.

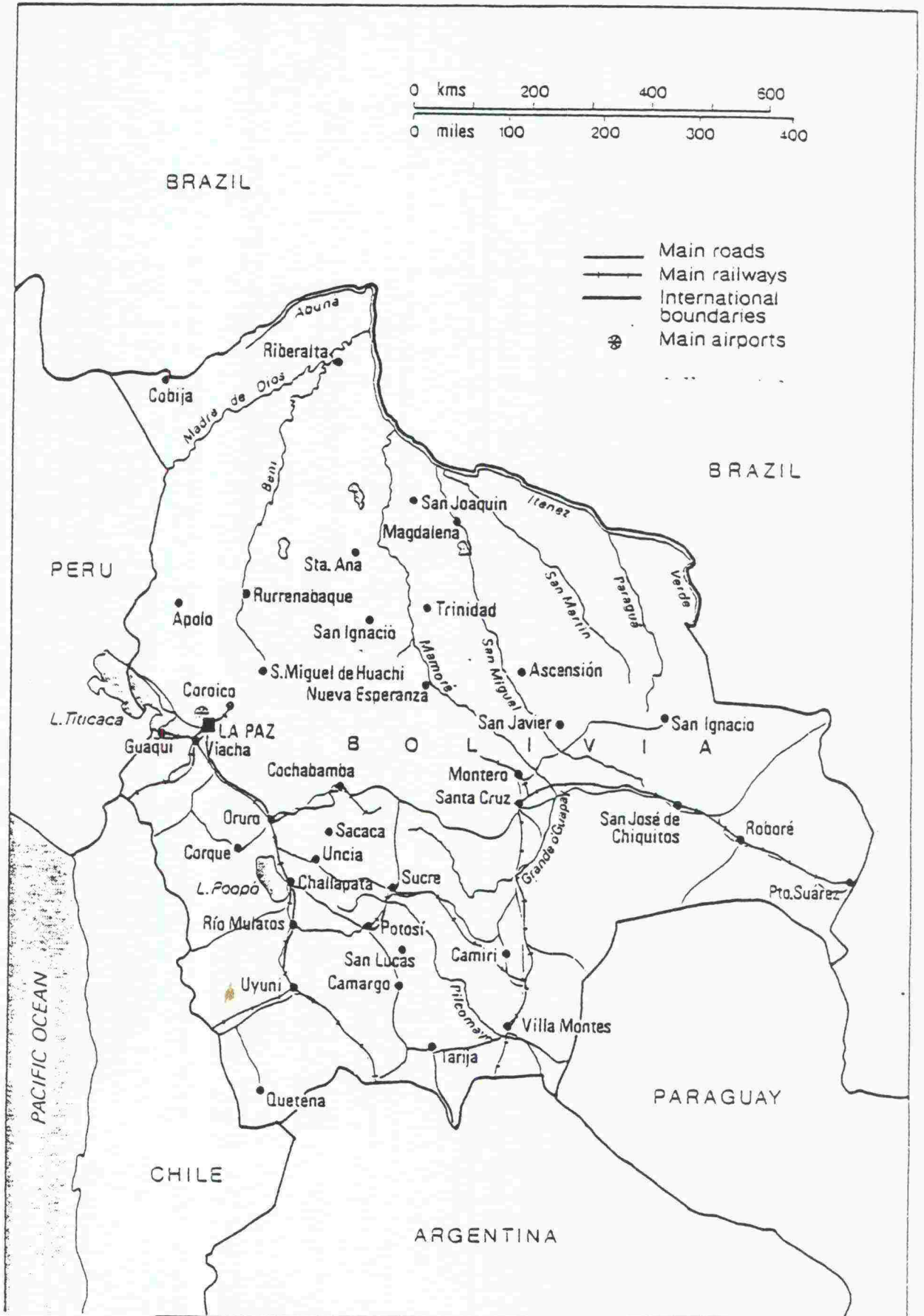
Argentiinassa sisävesiliikenne keskittyy Plate-, Paraguay-, Parana- ja Uruguay-joille. Colorado- ja Negro-joet ovat kulkukelpoisia vain pienille aluksille. Sisämaan vesiteitä pyritään kehittämään mm. parantamalla Parana- ja Paraguay-jokien navigointia.

Brazil

Brazil



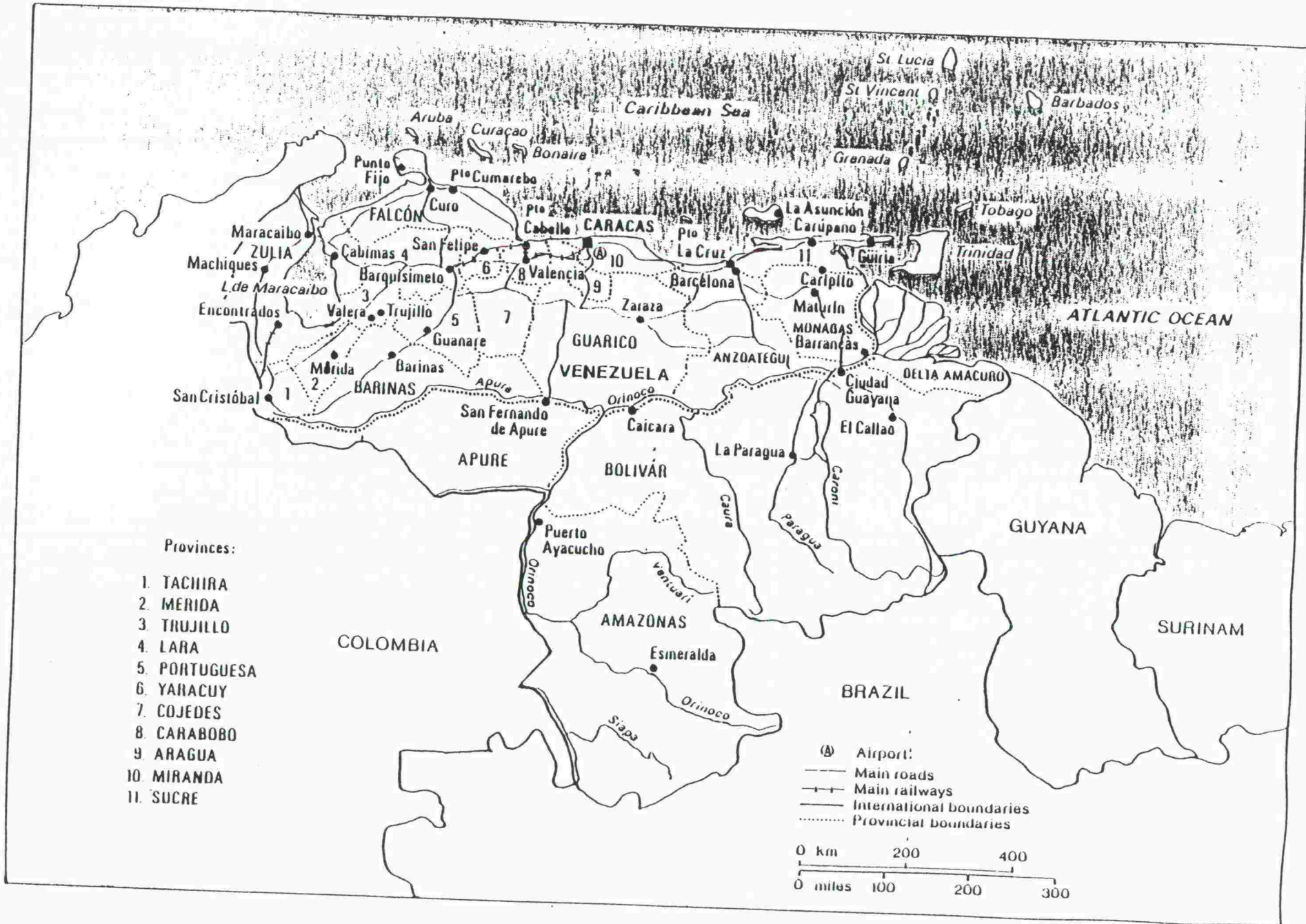
# Bolivia



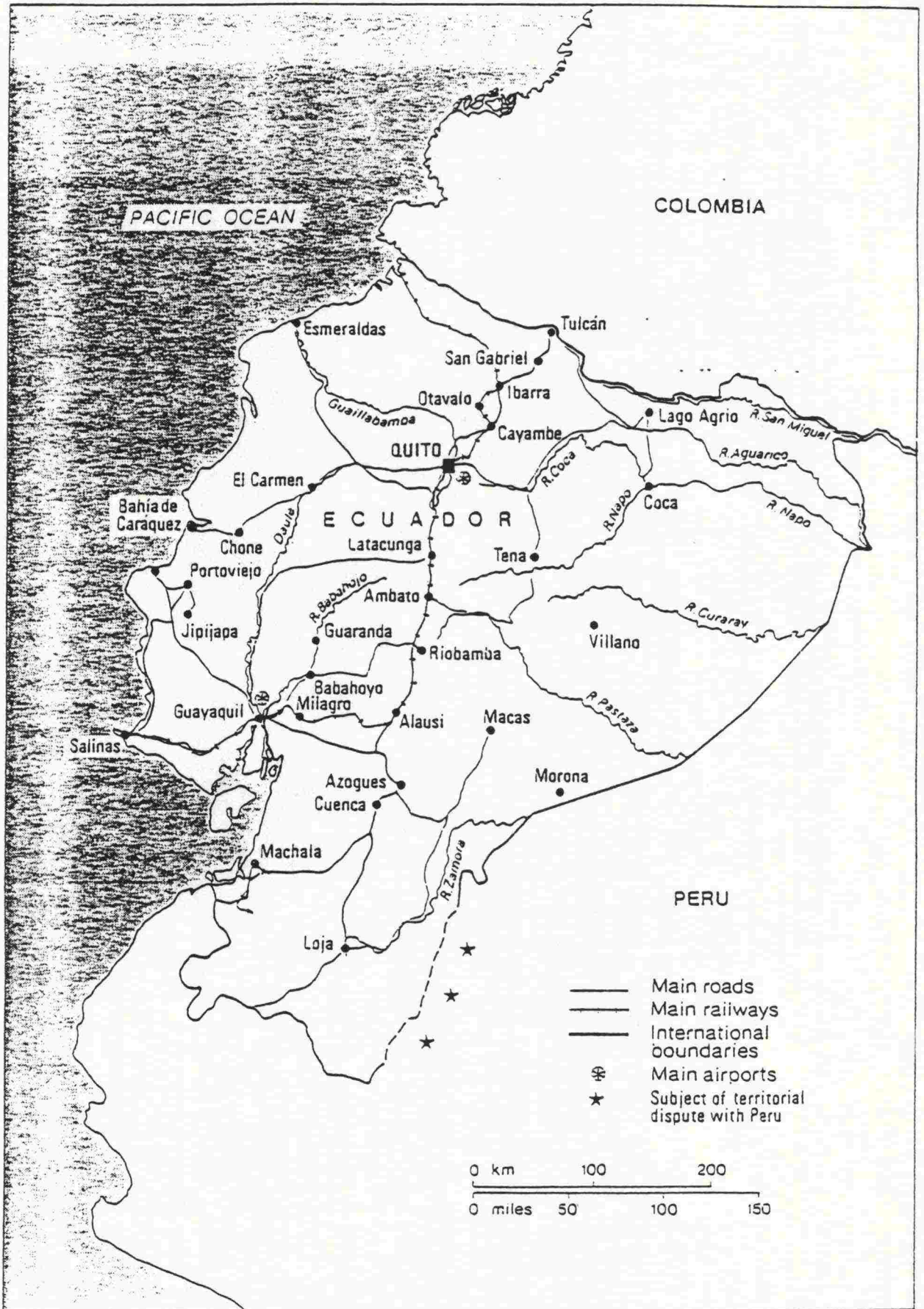
Colombia



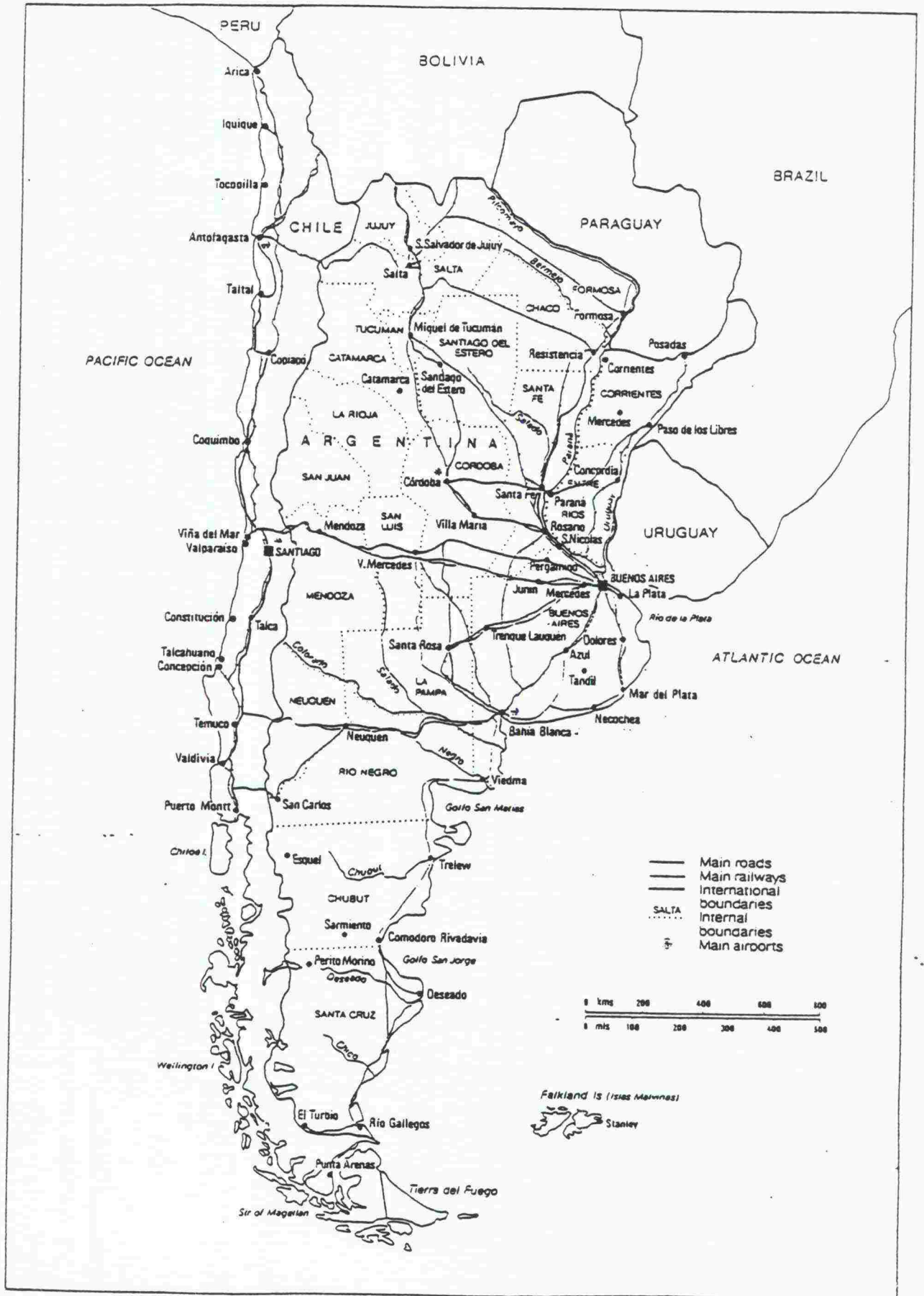
# Venezuela



# Ecuador



Argentina





## 5 ENGLISH SUMMARY

This study consists of four different sections. The first one evaluates the floating/rafting methods used in different countries. Alternating floating/rafting methods occur; wood can be floated loose in rivers or in the form of rafts. Loose floating of wood is used in CIS, China, Kanada and in tropical regions, where it sometimes provides the only alternative. After wood has been harvested, it is floated freely via side rivers to the main river. Rafts are constructed and transported with the help of current or tugboat to the certain port or mill. This is a classical case; nowadays the riversides are being cut in many places and the wood must be transported by other ways to the riverside.

Bundle rafting is the most common method for example in Finland and its volume is increasing through technical development worldwide. Main problems in using this technique is to have sufficient water depth and binding machinery. Average bundle size is 20 - 40 m<sup>3</sup> and bundle raft size contains some 10 000 - 50 000 m<sup>3</sup> of wood.

The effect of water transport on wood quality is discussed and it is concluded that no significant direct effect on wood quality occurs. On the contrary water transportation/storage of wood offers a great deal of protection for logs from insects and decay/stain; especially when the upper part of the logs (which is not covered by water) are sprinkled during transportation/storage. The negative effect of water storage comes up after sawing the wood. Drying the sawn wood in some cases causes difficulties in getting even moisture content in dried wood, increased frequency of seasonal cracks and increased risk of kiln bluestain and mould. Water storage of logs increases the permeability of the wood. Changes seem to be restricted to the sapwood portion of the logs. This way the impregnation properties on refractory species like spruce improves. Effects on further processing and energy consumption are also discussed.

---

The environmental effects are considered and the impacts are divided into physical and chemical. The impacts of all phases of log handling are greater when activities affect intertidal areas. The most significant effect of log dumping is the accumulation of bark and wood debris on nearby bottom sediments. Other significant impacts of some log dumping operations include substrate scouring or compaction and loss of logs through sinkage. Secondary or subsequent impacts are chemical and associated with the release of hydrogen sulfide, increased BOD during decomposition of accumulated bark and wood, and the release of wood leachates, which also exert COD. Log transport only results in significant physical impacts when activities take place in shallow estuarine areas. Then, extensive substrate scouring can result from the propeller wash of tugs. Specific effects on water quality, plant communities, invertebrates, fish, watercourses and public refreshment use are analyzed.

Barge transportation of raw wood is becoming more common. Several reasons for this, which is caused by changes in the floating characteristics of the wood, in the routing and in the supply areas are evaluated. The size of the barges varies, mostly from 200 - 1500 dwt. They can be selfpropelled, towed or pushed. There are also large seagoing units of 40 000 dwt in operation. The present situation and possible bargetraffic areas in different countries are considered.

# RWA

ROADS AND WATERWAYS ADMINISTRATIONS  
OF FINLAND



Finnish National  
Road Administration



National Board  
of Navigation

Finnish National Road Administration (FinnRA)

Overseas Projects Office

Opastinsilta 12, Helsinki

Postal Address: P.O.Box 33

SF-00521 HELSINKI

Tel. Int. 358-0-1541

Telefax Int. 358-0-154 2775

Telex 121108 tieh sf