# Sjevernoamerička Velika jezera - udjel u svjetskom pomorskom prometu

**Bralić, Ivan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split, Faculty of Maritime Studies / Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:164:094304

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**

*Repository / Repozitorij:*

Repository - Faculty of Maritime Studies - Split - Repository - Faculty of Maritime Studies Split for permanent storage and preservation of digital resources of the institution

SVEUČILIŠTE U SPLITU

POMORSKI FAKULTET

IVAN BRALIĆ

# SJEVERNOAMERIČKA VELIKA JEZERA – UDJEL U SVJETSKOM POMORSKOM PROMETU

ZAVRŠNI RAD

SPLIT, 2017.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**POMORSKI FAKULTET**

**STUDIJ: POMORSKA NAUTIKA**

# SJEVERNOAMERIČKA VELIKA JEZERA – UDJEL U SVJETSKOM POMORSKOM PROMETU

**ZAVRŠNI RAD**

**MENTOR:** **STUDENT:**

**Prof .dr.sc. Zlatimir Bićanić** **Ivan Bralić (MB:0171255568)**

**SPLIT, 2017.**

# SAŽETAK

Tema ovog završnog rada je *Sjevernoamerička velika jezera – udjel u svjetskom pomorskom prometu*. Rad se bavi zemljopisnim značajka Velikih jezera njihovim najvažnijim obilježjima, te postanku i onečišćenju koja prijete jezerima. U radu je svako jezero (Superior, Huron, Michigan, Erie, Ontario) posebno opisano, te su nabrojene njihove karakteristike. Rad se također bavi sustavom morskog puta koje čine Velika jezera i rijeka Sv. Lovrijenca, prikazuje se povijesni razvoj tog morskog sustava, kao i sama navigacija koja se događa unutar plovnog puta i opisuju se specijano dizajnirani brodovi za plovidbu Velikim jezerima. Udjel u svjetskom pomorskom prometu je prikazan kroz najvažnije morske luke koje su unutar Velikih jezera.


**Ključne riječi:**Velika jezera, rijeka Sv. Lovrijenca, morske luke



# ABSTRACT

The title of the final thesis is the North American Great Lakes – contribution in world maritime transport. It deals with geographical features of Great Lakes, their most important characteristics and foundation and pollution that threaten the lakes. In this work every lake (Superior, Huron, Michigan, Erie, Ontario) is especially described with their characteristics listed. It also deals with system of sea route that form Great Lakes and St. Lawrence river, historical development of that sea route, navigation itself that is going on inside waterway and specially designed ships for sailing on Great Lakes are described. Contribution in world maritime transport is presented through most important harbors located within Great Lakes.


**Key words:** Great Lakes, St. Lawrence river, harbors

# SADRŽAJ

SAŽETAK

ABSTRACT

1. UVOD 1

2. ZEMLJOPISNE ZNAČAJKE VELIKIH JEZERA 2
2.1. OBILJEŽJA VELIKIH JEZERA 2
2.1.1. Geologija Velikih jezera 3
2.1.2. Onečišćenje Velikih jezera 4
2.2. SUPERIOR 6
2.3. HURON 8
2.4. MICHIGAN 9
2.5. ERIE 11
2.6. ONTARIO 12

3. MORSKI PUT VELIKA JEZERA – RIJEKA SV. LOVRIJENCA 14
3.1. POVIJESNI RAZVOJ PLOVIDBE VELIKIM JEZERIMA 14
3.2. MORSKI PUT SV. LOVRIJENCA 15
3.3. NAVIGACIJA MORSKIM PUTOM 17
3.4. BRODOVI VELIKIH JEZERA 19
3.5. LUKE NA VELIKIM JEZERIMA 20
3.5.1. Duluth 22
3.5.2. Chicago 24
3.5.3. Cleveland 25
3.5.4. Detroit 26
3.5.5. Toronto 27
3.5.6. Thunder Bay 30
3.5.7. Hamilton 30

4. ZAKLJUČAK 32

LITERATURA 34

POPIS SLIKA 37

POPIS TABLICA 38

# 1. UVOD

Jezero je vodom ispunjena prirodna depresija na kopnu, koja nema neposredne veze s morem. Jezera su većinom slatkovodna i smještena su na sjevernoj polutki na višim širinama. Velika svjetska jezera ponekad se nazivaju unutarnjim morima. Finska je poznata kao Zemlja tisuću jezera. Prema rasporednu na kontinentima, najviše ih ima na području Sjeverne Amerike oko 2% površine. Od kojih je najvažnija i najznačajnija skupina Velikih jezera koju čine pet jezera (Superior, Huron, Michigan, Erie i Ontario).

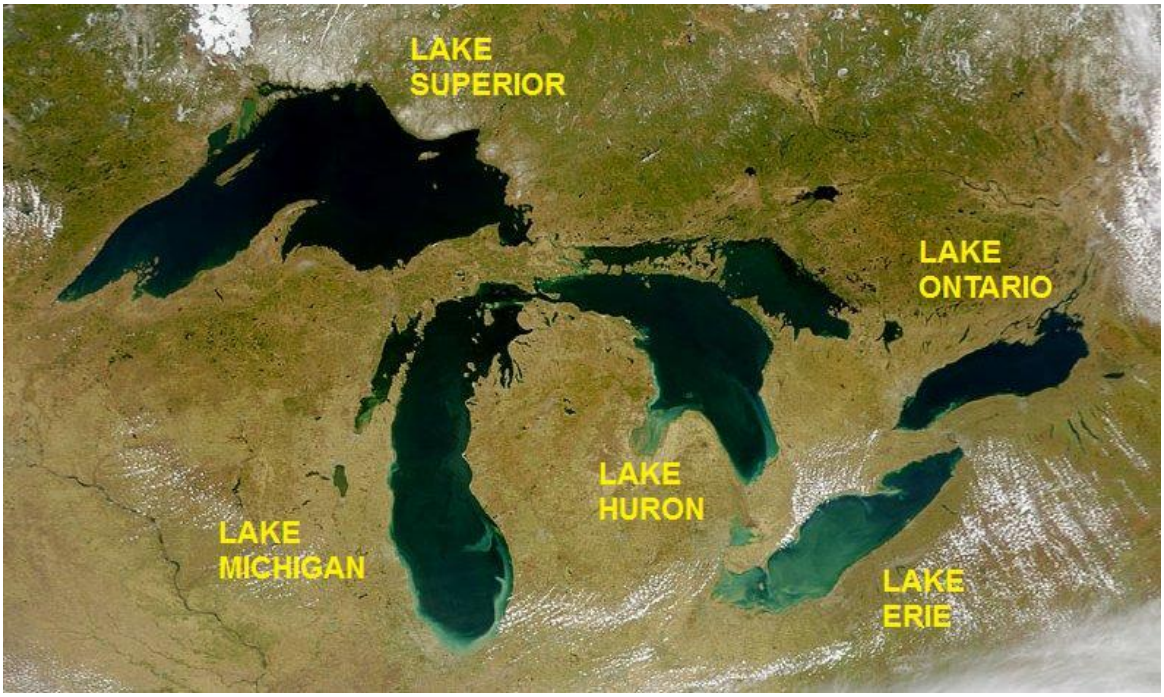
Načelno, jezera najčešće nisu povezana sa otvorenim morem što nije slučaj kod skupine Sjevernoameričkim Velikih jezera čije je poveživanje sa otvorenim morem riješeno sustavom ustava, te preko rijeke Sv. Lovrijenca. Stoga taj sustav omogućuje komunikaciju luka unutar Velikih jezera sa ostatkom svijeta.U prošlosti su Velika jezera nakon prokopavanja kanala i stvaranja jedinstvenog plovnog puta imala važnu ulogu za doseljavanje u unutrašnjost Sjeverne Amerike.

Velika jezera su imala važnu ulogu za razvoj SAD-a i Kanade, stoga će se u ovom radu promatrati svako pojedino jezero, morski put koji čini sustav Velika jezera i rijeka Sv. Lovrijenca te luke koje se nalaze unutar samih jezera.

# 2. ZEMLJOPISNE ZNAČAJKE SJEVERNOAMERIČKIH VELIKIH JEZERA

## 2.1. OBILJEŽJA VELIKIH JEZERA

U graničnom prostoru između SAD-a i Kanade nalaze se sjevernoamerička Velika jezera (Superior, Michigan, Huron, Erie i Ontario), koja zajedno čine najveću slatkovodnu površinu na Zemlji. Njihova ukupna površina je 246.000km$^2$, gotovo dvaput veća od površine Jadranskog mora. Jezera su međusobno povezana i imaju veliku prometnu važnost, jer ih okružuje gusto naseljen i gospodarski visoko razvijen prostor, a na njihovim obalama razvili su se veliki gradovi i važna industrijska središta [1].




**Slika 1. Satelitska snimka velikih jezera [2]**

Njihovo porječje od oko 295.710 prostornih milja (što uključuje područja samih jezera i njihovih spojnih putova) proteže se oko 690 milja od Sjevera prema Jugu, a oko 860 milja od jezera Superior na zapadu do jezera Ontario na istoku. Osim jezera Michigan, jezera pružaju prirodnu granicu između Kanade i SAD-a, a granica koja je stabilizirana s graničnim-voda ugovora od 1909. To je izvor ponosa za obje zemlje da ne postoje utvrde ili ratni brodovi uz granice.

Pojedinačno, jezera spadaju među 14 najvećih na svijetu. Oni su odigrali ključnu ulogu u europskoj kolonizaciji i razvoju Sjeverne Amerike i desetljećima su

privlačili ljude i industriju; jezera Erie i Ontario i južni dio jezera Michigan su prsten s velikim koncentracijama stanovništva. Jezera nisu ubuhvaćena ovim razvojem, međutim, ozbiljno su pogođena onečišćenjem. Zabrinutost oko sudbine jezera dosegla je visoku razinu krajem 20.-og stoljeća. Obje vlade SAD-a i Kanade te pojedinci istražuju metode za promjenu posljedica dugogodišnje zlouporabe jezerskih voda.

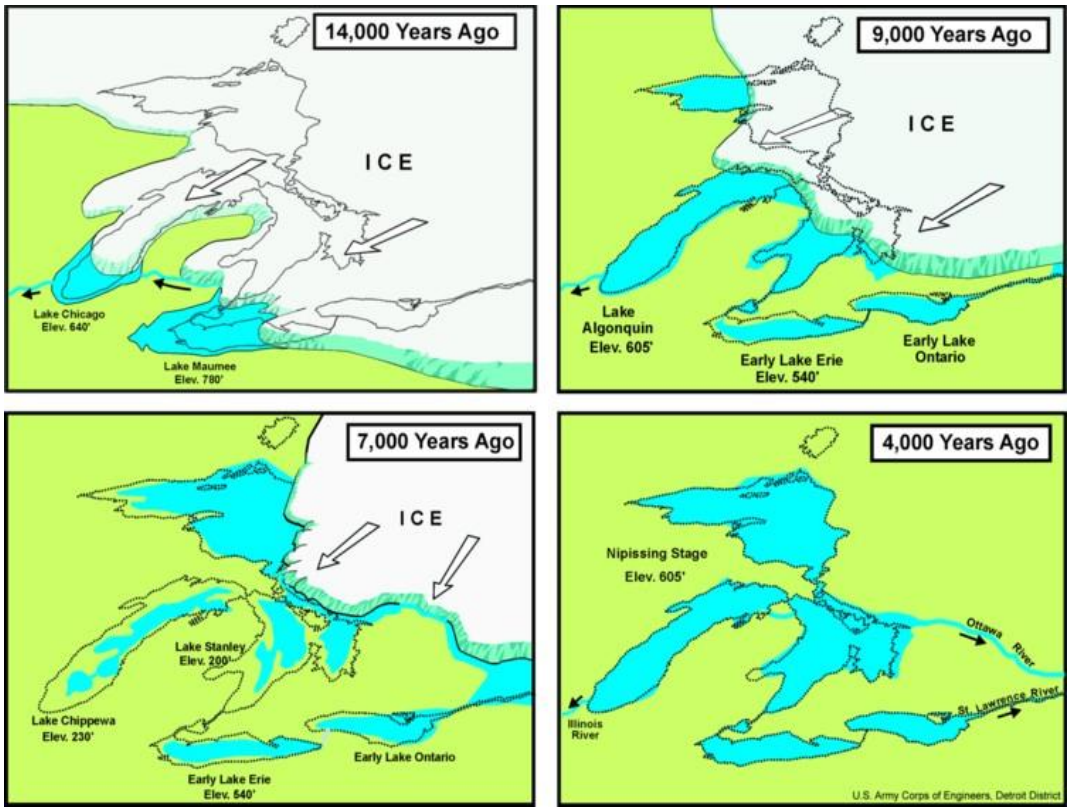
Velika jezera pripadajuzapadnom dijelu većeg hidrografskog sustavaSv. Lovrijenca. Ovaj sustav se prostire uglavnom prema istoku od rijeke St. Louis u Minnesoti (koja se ulijeva u jezeru Superior), preko jezera i rijeke Sv. Lovrijenca, a ulijeva se u Atlantski ocean u zaljevu Sv. Lovrijenca.

**Tablica 1. Površina, obujam, visina, prosječna dubina i maksimalna dubina velikih jezera [3]**

| Ime jezera | Erie | Huron | Michigan | Ontario | Superior |
|---|---|---|---|---|---|
| Površina | 25.700km$^2$ | 59.600km$^2$ | 58.000km$^2$ | 19.500km$^2$ | 82.400km$^2$ |
| Obujam | 480km$^3$ | 3540 km$^3$ | 4900 km$^3$ | 1640 km$^3$ | 12 000 km$^3$ |
| Visina | 174m | 176m | 176m | 75m | 186m |
| Prosječna dubina | 19m | 59m | 85m | 86m | 147m |
| Maksimalna dubina | 64m | 230m | 281m | 246m | 406m |

### 2.1.1.Geologija velikih jezera

Starost Velikog jezera još uvijek nije definitivno određena. Procjenjuje se da se kreću od 7.000 do 32.000 godina. Voda je počela punjenje glacialnog bazena čim se led povukao, prije nekih 14.000 godina. Općenito je prihvaćeno da je jezero Erie dosegla sadašnju razinu prije oko 10.000 godina, jezero Ontario prije otprilike 7.000 godina, a jezera Huron, Michigan, i Superior prije nekih 3.000 godina.Ova konfiguracija bazena Velikih jezera je rezultat kretanja ogromnih ledenjaka kroz sredinu kontinenta, što je proces koji je počeo prije oko milijun godina [4].




**Slika 2. Oblikovanje jezera [5]**

### 2.1.2. ONEČIŠĆENJE VELIKIH JEZERA

Zagađenje vodenih putova postalo je nacionalno pitanje u lipnju 1969., na dan kada je rijeka Cuyahoga koja teče kroz Cleveland na svom putu do jezera Erie se zapalila jer je bila zagađena. Iako to nije bilo prvi put da je Cuyanhoga rijeka bila u plamenu, 1969. požar je izazvao pozornost nacije i počela je borba za povećanje kontrole onečišćenja vode, koja je dovela do zakona o čistoći i kvaliteti vode u 1970.-ima.

Zagađenje se može definirati kao promjena u kemijskom, fizičkom i biološkom zdravlju vodenog puta zbog ljudskog djelovanja. Način na koji su ljudi utjecali na kvalitetu vode Velikih jezera kroz stoljeća su zbrinjavanje otpadnih voda, otrovnih onečišćenja putem teškim metala i pesticida, otjecanje iz poljoprivrede, i onečišćenje zraka.

**Slika 3. Požar na rijeci Cuyahoga [37]**

Pod uvjerenjem da voda može razrijediti bilo koju tvar, industrije i pojedinci su tijekom 18. i 19. st. često koristili rijeke i jezera kao kante za smeće. Industrijske otpadne vode, fekalije i životinjski leševi često bi završavali u vodenim putovima bez razmišljanja o zagađenju i nizvodnim susjedima. Ova navika se počela mijenjati u 20. stoljeću, kada su ljudi postali svijesnivažnosti čiste vode za zdravlje.Međutim, kako se sve više ljudi i industrije preselilo u regiju Velikih Jezera, više rijeka i jezera je postalo zagađeno.

Jedan od glavnih problem je broj stranih životinjskih vrsta koje štetno djeluju na jezero. Iako mnoge strane životinjske vrste nemaju ozbiljan ekološki utjecaj, uvođenje jedne ključne vrste kao na primjeru morske zmijuljice (*sea lamprey*), može uzrokovati nagli i dramatičan utjecaj na cijeli eko sustav. Pravi primjer su zebra dagnje (*zebra mussels*), koje su prvi put otkrivene u Velikim jezerima 1960. Zebra dagnje su male, nokat veličine školjke porijeklom iz Kaspijskog jezera. Vjeruje se da su do Velikih jezera prevezeni putem balasnih voda u prekooceanskim brodovima. Vodeni balast preuzet u slatkovodnim europskim lukama, zatim se ispušta u jezeru St. Clair, u blizini Detroita, gdje je školjka otkrivena 1988. Od tog vremena oni su se brzo proširili na sva Velika jezera i

vodene putove.Jednom kad se strana životinjska vrsta nastanji u Velikim jezerima teško je se riješiti. Zato je važno spriječiti uvođenje novih vrsta. Jedna od najčešćih metoda je zamjena balastnih voda na otvorenom oceanu, čime se slatkovodni balast zamjenjuje morskom vodom. Budući na slatkovodne vrste ne mogu preživjeti u morskoj vodi, ova zamjena može spriječiti nastanjenje u Velikim jezerima [36].

## 2.2. SUPERIOR

Jezero Superior je najsjeverozapadnije i najveće od pet Velikih Jezera u Sjevernoj Americi i jedno od najvećih svjetskih količina pitke vode. Omeđeno na istoku i sjeveru sa Ontariom (Kanada), na zapadu s Minnesoti (SAD), a na jugu s Michiganu i Wisconsinu (SAD), ona se prazni u jezero Huron na svom istočnom kraju preko rijeke St. Mary. Jezero je 563km dugo (istok-zapad), a njegova najveća širina je 258km od sjevera prema jugu. Ima visinu od 180m iznad razine mora i maksimalne dubine od 406m. Jezersko porječje iznosi 127.700km², isključivo njegove površine 82.100km².

**Slika 4. Jezero Superior [8]**

Jezero je toliko masivano i toliko obujmom veliko da se na sadašnjoj razini isprazni(bez naknadnog dodavanja vode) to bi potrajalo 191 godinu. Zbog svoje velike veličine (u odnosu na slivno područje), a poroznosti *brane* na svom izlazu, dugoročne promjene razine jezera znatno su niže nego u bilo kojem od ostalih jezera općenito manje od 1m. Godišna promjena razine jezera manje je od 30cm.

Jezero Superior dobiva vodu iz oko 200 rijeka, od kojih su najveće Nipigon (na sjeveru) i St. Louis (na zapadu).Ostale glavne rijeke koje ulaze sa sjeverne obale su: Pigeon, Kaministikwia, Pic, White, and Michipicoten,nema velikih rijeka u jezero s juga. Glavni otoci u jezeru su Isle Royale, nacionalni park SAD; apostol Otoci, u blizini Wisconsin obale; Michipicoten, na istočnoj strani; i St. Ignace, u blizini ušća rijeke Nipigon (Kanada.).

Obala jezera Superior je životopisna, osobito sjeverna obala, koja je razvedena dubokim uvalama potpomognuti visokim klifovima. Velik dio obalnog područja je slabo naseljen. Prostrana šumama, kojom dominiraju prekretnicu, održavaju se u saveznim, državnim, pokrajinskim i privatnim Timberlands [6].

Zimi temperatura oko jezera rijetko padaju ispod minus 34°C. Lipanj i srpanj su mirni mjeseci, dok su listopad i studeni skloni oluji. Tijekom većine zime jezero je 40 do 95 posto prekrivena ledom, iako je rijetko u potpunosti zaleđeno. Posljednji put jezero Superior je bilo smrznuto 1997., i to gotovo potpuno zamrznuto 2003. Prosječna temperatura vode je 4,4°C što je manje od ostalih Velikih jezera, koji su dalje na jug. Temperature vode tijekom ljetnih mjeseci u prosjeku su oko 13°C, ali površinska temperatura dosegla je rekordod 20,4°C u kolovozu 2010. godine [7].

Prvi europljanin koji je vidio jezero Superior bio je vjerojatno francuski istraživač Étienne Brûlé 1622. Ime jezera je iz francuskog Lac Supérieur (*Gornja jezera*) [6].

Zbog različitih dubina i nepredvidljivih vremenskih uvjeta, jezero Superior i ostala Velika jezera su skloni pomorskim nesrećama. Jedan od najpoznatijih incidenata dogodilo se 10. studenog 1975., kada je Edmund Fitzgerald, veliki teretni brod koji je prevozio željezne rude, naišao je na veliku oluju koja je ubila 29 članova posade broda [7].

## 2.3 HURON

Jezero Huron, drugo je po veličini od Velikih jezera Sjeverne Amerike, omeđen na zapadu sa Michiganom (SAD), a na sjeveru i istoku Ontariom (Kanada). Jezero je 331km dugo od sjeverozapada prema jugoistoku, a maksimalna širina mu je 295km. Ukupna površina njezinog sliva je 133.900km$^2$, isključivo površine jezera je 59.600km$^2$. Priljev u jezero dobiva od jezera Superior (preko rijeke St. Mary), od jezera Michigan (preko tjesnaca Mackinac). Jezero se prazni na svom južnom kraju u jezeru Erie (preko rijeke St. Clair, Lake St. Clair, i rijeke Detroit). S prosječnom visinom površine od 176m iznad razine mora, jezera dostiže maksimalnu dubinu od 230m. Mnogi otoci leže u sjeveroistočnom dijelu jezera, a značajno je Manitoulin Island i mnogi drugi u Georgian zaljevu i North Channelu , Mackinac Island i nekoliko drugih nalaze se u blizini tjesnaca Mackinac na sjeverozapadnom dijelu jezera.

Sječa drva i ribolov bili su važne gospodarske djelatnosti u Huron regije. Kao dio morskog puta sv. Lovrijenca, jezero podržava teški komercijalni promet željezne rude, žita i vapnenca. Prosječna navigacijska sezona se proteže od početka travnja do kraja prosinca. Velike tone vapnenca se ukrcavaju u Rockport i Rogers City, Mich. Ostale luke važni u lokalnoj trgovini su Cheboygan, Alpena, Bay City, a Harbor Beach (u Michiganu) i Collingwood, Midland, drugi ručak, Port McNicoll i Depot luka u Georgianzaljevu (u Ontario) [9].

Jezero Huron je popularan rekreacijski mjesto, posebno u ljetnim mjesecima, kada površinska temperatura vode može doseći 23°C u kolovozu. Jezero se ne smrzava često oko jednom u deset godina i to se posljednji put dogodilo 2003. Niske temperature su oko 1°C.Budući da voda teče iz oba jezera Superior i jezera Michigan, voda teče kroz jezera Huron puno brže od ostalih Velikih jezera. Ona također ima veliku površinu odvodnje, koja pokriva dijelove Michigan i Ontario.

To je prvo veliko jezero istraženo od strane Europljana u 1600-ima. Francuski istraživači Samuel de Champlain Étienne Brûlé stigli su u Georgian zaljev 1615. Lake Huron dobilo je ime po Wyandot Indijancima, ili Hurona, koji su tamo živjeli. No, budući da je to bilo prvo od Velikih jezera koja su istražena od strane Francuza, oni ga nazivaju *La Mer Douce*, što znači slatkovodno more.

Dana 9. studenoga 1913., jezero Huron je pogođeno najgorom olujom koja je ikada pogodila jedno od Velikih jezera. Oluja je proizvela jedinstven vjetra od

90mp/h (145km/h) i valove više od 11 metara. Snažna 16-satna oluja, koji je nazvan *The Big Blow*, potoplia je 10 brodova i ubila 235 mornara, što je najsmrtonosnija oluja koja je pogodila neki od velikih jezera. Na jezeru se nalazilo više od 1.000 olupina, a mnoge su još uvijek na dnu, neki su sačuvani kao artefakti. U 2012. više od 100 godina nakon što je potonuo, ronilački tim otkrio je 238-stopni parobrod *New York* [10].

## 2.4 MICHIGAN

Jezero Michigan je treće po veličini Veliko jezero (ako se mjeri površina vode), a jedino Veliko jezero koje nalazi u cijelosti u SAD-u. Njegovo ime dolazi iz indijske riječi mishigami, što znači veliko jezero. Površina vode jezera Michiganiznosi 57.800 $km^2$. To je drugi po veličini od Velikih jezera po volumenu 4.920$km^3$, samo Superior jezero je veća. Jezero Michigan dodiruje Indiana, Illinois, Michigan i Wisconsinu. Chicago je na jezeru najjužnija točka, a Milwaukee je smješten na jugozapadnoj obali jezera. Na sjevernom kraju jezero Michigan i jezero Huron su povezani tjesnacem Mackinac i tehnički, ta dva vodena tijela su jedan jezero. Postoji nekoliko plaža duž obale, te se Velika jezera ponekad nazivaju *trećom obalom* iza Pacifika i Atlantika.

Temperatura vode u jezeru Michigan dosegne 15°C u srpnju i kolovozu, a ponekad mogu biti i iznad 20°C, ako je temperatura zraka iznad 30°C nekoliko dana neprekidno.

Francuski istraživač Samuel de Champlain poslao je svog podređenog Jean Nicolett da pronađe *Sjeverozapadni prolaz*, što je završilo otkrivanjem jezera Michigan oko 1634., 1679. Nicolette istražuje najjužniji dio jezera gdje je danas suvremeni Chicago.

Kao i sva Velika jezera, jezero Michigan je imao svoj udio brodoloma. Jedan od najpoznatijih pomorskih katastrofa bila je potonuće Westmoreland, parobrod koji je potonuo, 7. prosinca 1854. Olupina je otkrivena od strane ronioca 7. srpnja 2010., 155 godina nakon nesreće, u izvrsnom stanju.

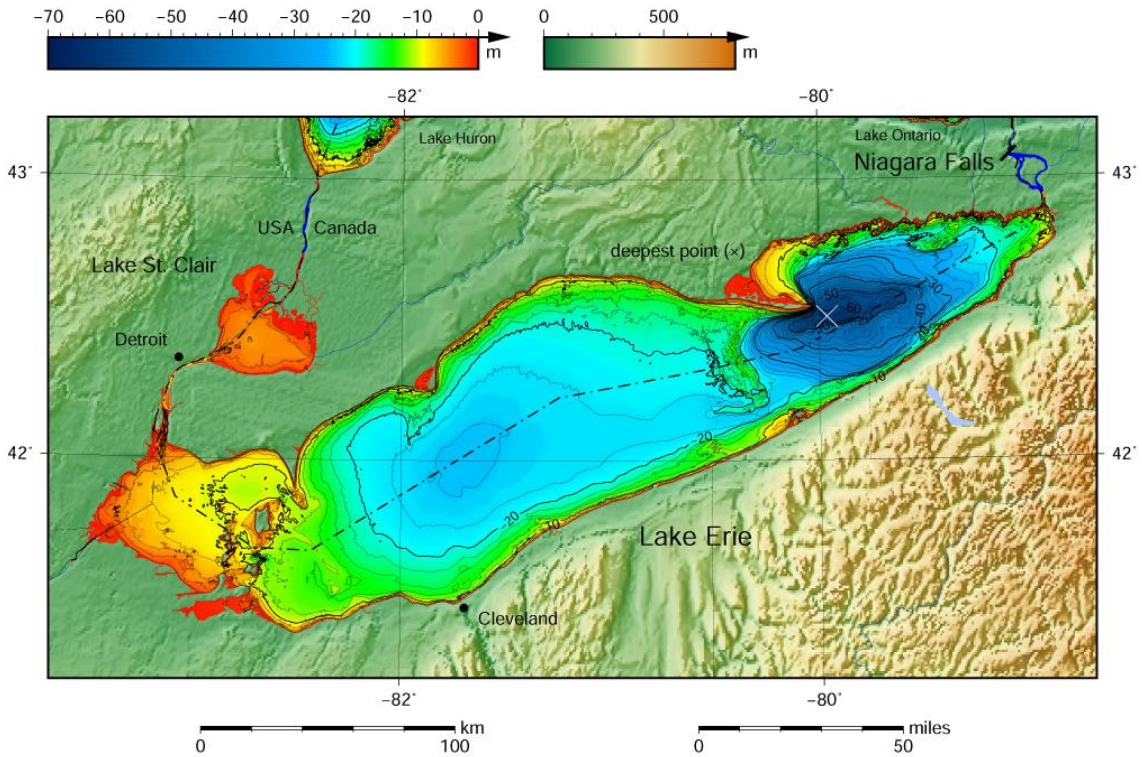
**Slika 5. Brodolomi u jezeru Michigan [17]**

Voda jezera Michigan ima neobičan krvožilni uzorakkoji podsjeća na protok prometa u prigradskom slijepoj ulici koji ide vrlo sporo. Vjetrovi i nastali valovi zadržavaju jezero Michigan od većeg smrzavanja, ali je 90% zamrznuto na brojnim prigodama. Ocean nalik buja, posebno tijekom zime, može dovesti do drastične promjene temperature duž obale, obalnu eroziju i tešku navigaciju.
Prosječna dubina vode jezera je 85m i njegova maksimalna dubina je 282m [11].

Iako led u lukama onemogućuje plovidbu od sredine prosinca do sredine travnja, otvoreno jezero je rijetko potpuno smrznuto, trajekt preko jezera održava se između pojedinih luka tijekom cijele godine. Na južni kraj jezera naslanja se veliki industrijski kompleks usmjeren na Chicaga, koji troši velike količine vodom prenešenih sirovina, prvenstveno željezne rude, ugljena i vapnenca [12].

## 2.5.ERIE

Jezero Erie je najtopliji od svih Velikih jezera, ali se ono također zamrzava više od ostalih jezera. To je četvrto po veličini jezero kada se mjeri površina, sa 25.700km², a najmanji po volumenu vode, sa 484km³. Jezero Erie dodiruje četiri Savezne Američke Državeto su: New York, Pennsylvania, Ohio, Michigan i kanadsku pokrajinu Ontario. Buffalo, NY, nalazi se na istočnom kraju,a Toledo, Ohio, nalazi se na zapadnom kraju. Kao najjužniji od svih Velikih jezera, većina vode jezera Erie se ulijeva kroz rijeku Detroit iz gornjih jezera,Superior jezera, jezera Michigan i jezera Huron kao i pritoka, kao što su rijeke St. Clair i jezero St. Clair.Jezero Erie ima oblik nalik na rep, koji se odražava u imenu, koji je izveden iz erielhonan, na Iroquoian riječi za *dugi rep*. Jezero je oko 388km dugo, 92km široko i ima 1.402km obale, uključujući i otoke.




**Slika 6. Prikaz dubina u jezeru Erie [18]**

Zbog svog najjužnijem položaja, jezero Erie je najtoplije od svih Velikih jezera. Iako temperature dostignu 29°C, temperatura vode su uglavnom između 21°C do 24°C tijekom ljetnih mjeseci, što jezero Erie čini popularnim rekreacijskim područjem. Tijekom zime, temperatura vode dosegne do smrzavanja, a jezero se

zamrzne više od ostalih Velikih jezera zbog svoje površnosti.Njegova prosječna dubina je 19m, a njegova maksimalna dubina je 64m. Razina vode je od 7,6m do 9,1m u najplićem području jezera, tako da je moguće za jakog vjetrada udaraju prilično jaki valovi [13].

Izvorno, nekoliko luka na jezeru su nastali u prirodnim uvalama, a većina od njih su na ušćima potoka, koji su poboljšani sa zaštitnim stupovima i lukobranima i jaružanjem za smještaj velikih jezerskih brodova. Industrijska ekonomija jezerskog obalnog područja uvelike ovisi o transportu vode. Važna industrija čelika (posebno, na jugu kod Pittsburgha i u Detroit) ovisi o kretanju željezne rude i vapnenca preko Velikih jezera do luka na jezeru Erie (uglavnom na Ohio luka Cleveland, Ashtabula i Conneaut), a Buffalo je važan luka za žito. Ostale istaknute luke su Sandusky, Huron, Lorain i Fairport Harbor (u Ohio), Erie (u Pennsylvaniji) i Luka colborne (u Ontario). Intenzivno zagađenje jezera rezultiralo je zatvaranjem brojnih plaža i odmarališta u 1960-im, ali kasnih 1970-ih počela su uhićenja za štete u okolišu. Nacionalni park Pelle nalazi se na sjeverozapadnoj obali u južnoj Ontario [14].

## 2.6. ONTARIO

Jezero Ontario je najmanji od svih Velikih jezera po površini 18,960km$^2$, ali njegova voda *brege dere*. On drži oko četiri puta veći volumen vode oko 1640 km$^3$odjezera Erie, iako je sličan po širini i dužini. Najistočniji od Velikih jezera, jezero Ontario smješten u podnožju Niagarinih slapova. Omeđeno je sa Ontariom, Kanadom na jugozapadu i sjeveru i New Yorkom na jugu [15]. Jezero je otprilike eliptično; njegova glavna os, 311km dugo, leži gotovo s istoka na zapad, a njegova najveća širina je 85km. Ukupna površina jezerskoga sliva je 64.025km$^2$, isključivo od jezerske površine je 19.011km$^2$. Jezera Ontario ima prosječnu dubinu od 86m, a najveća dubina je 244m [16].

Rijeka Sv. Lovrijenca nudi izlaz jezera do Atlantskog oceana. Jezero ima niz laguna i baymouth barova, koji su tvorevine izrađene od pijeska, blata ili drugih otpadaka koje zatvaraju zaljev područja.Postoji nekoliko otoka na jezeru, uključujući tisuću otoka regije, koja je arhipelag od skoro 2.000 otoka koja crtaju SAD-kanadsku granicu. Mnogi od otoka sumali najveći od njih je Wolfe Island, koji ima 124km$^2$.

**Slika 7. Jezero Ontario iz međunarodne svemirske postaje [38]**

Zbog dubine jezera i toplom vremenu koje dolazi s jugozapada, jezero Ontario rijetko se smrzava. Temperatura vode dosegne razinu od oko 24°C u kolovozu na najnižu razinu od oko 3°C u veljači [15].

Industrija je koncentrirana oko lučkih gradova Toronto i Hamilton, i Rochester. Ostale važna luke na jezeru uključuju Kingston i Oswego. Jezero zamrzava samo u blizini zemljišta, a njegovi su luke zaleđen od sredine prosinca do sredine travnja [16].

## 3. MORSKI PUT VELIKA JEZERA- RIJEKA SV. LOVRIJENCA

Bez sumnje Velika jezera i rijeka Sv. Lovrijenca imali su važnu ulogu u Sjevernoameričkoj trgovini puno prije postizanja neovisnost SAD-a i Kanade. Danas ovaj navigacijski sustav služi rudarima, poljoprivrednicima, radnicima u tvornici i u komercijalne svrhe. Godišnje ovim morskim putem prođe oko 200 milijuna tona tereta.

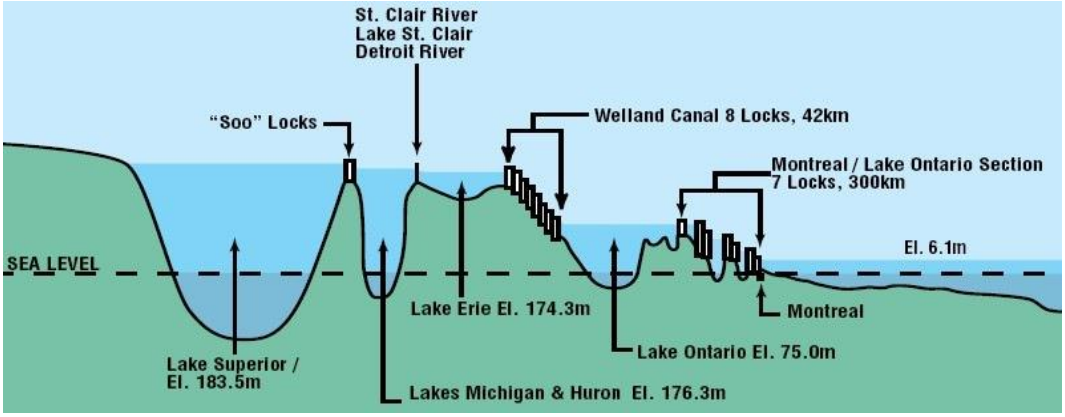
Neke robe prevladavaju:

- željezne rude za industriju čelika,
- ugljen za proizvodnje električne energije,
- vapnenac za izgradnje,
- žito za inozemno tržište,
- generalni teret kao što su željezo, čelik i teški strojevi[19] itd.

### 3.1. POVIJESNI RAZVOJ PLOVIDBE VELIKIM JEZERIMA

Krajem 18. st. omogućena je plovidba između jezera Superior i jezera Huron, preko brzaka rijeke St. Mary. Najprije je izgrađen plovni kanal s jednim ustavom i to na kanadskoj strani koji je u 19. st. rekonstruiran. Na američkoj strani 1855. Izgrađen je usporedni Soo-kanal, dug 2km i dubok 4,4m s dvostrukim ustavama. Zbog stalnog porasta prometa 1919. izgrađen je i treći usporedni kanal također sa dvostrukim ustavama, dubok 6m. Promet kanalom Soo iznosi je 66.3 milijuna tona 1971., da bi početkom osamdesetih iznosio 100mil.t.

Jezera Michigan i Huron su na istoj razini. Plovidba između Hurona i Eria, između kojih je visinska razlika samo dva metra, moguća je bez ustava, a odvija se kanaliziranim tokovima rijeka St. Clair i Detroit, između njih se nalazi malo jezero St. Clair. Visinska razlika između jezera Erie i Ontario (vodopad Nijagara) bila je oko 100m i ona je bila najteži tehnički problem za savladat. Prvi zaobilazni kanal dovršen je 1833., dubok 2,5m s ukupno 27 ustava. U drugoj polovici prošlog stoljeća kanal je rekonstruiran, a dubina je povećana na 3,5m. Prometne potrebe prerasle su kapacitet kanala, pa je počela izgradnja novog kanala Welland, koji je pušten u promet 1932. Kanal se nalazi između Port Colbornea na jezeru Erie i Port Wellera na jezeru Ontario.




**Slika 8. Presjek sustava morskog puta Velikih jezera i rijeke sv. Lovrijenca [20]**

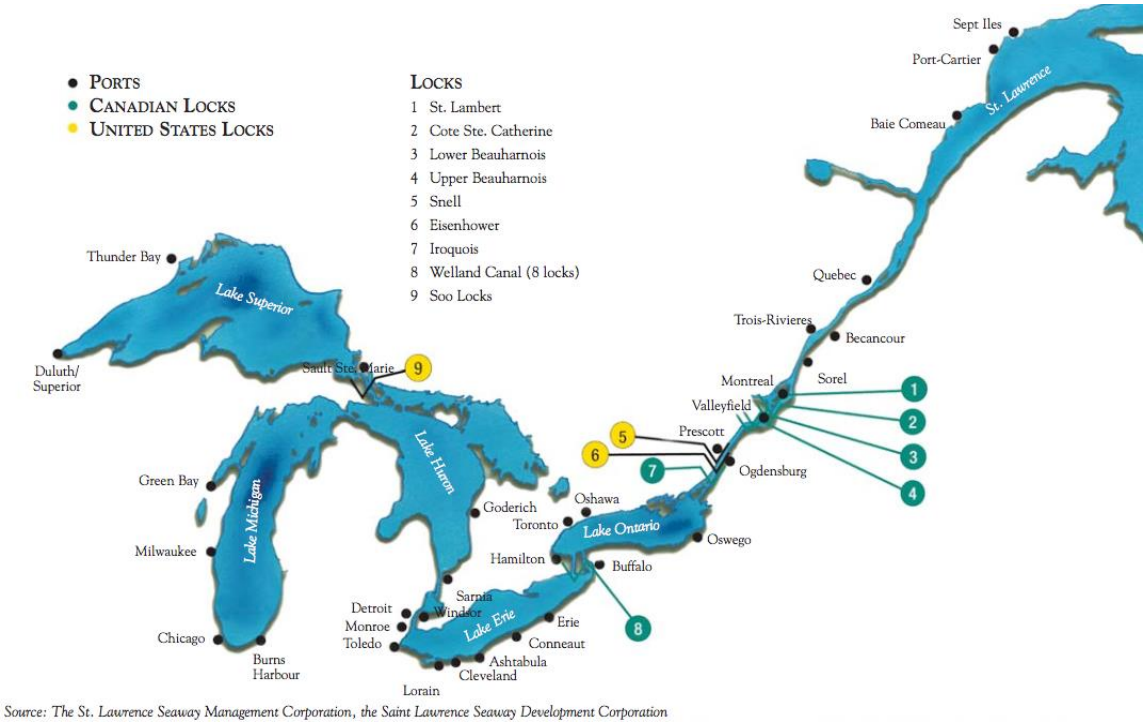
Rekonstrukcija Soo-kanala i izgradnja novog kanala Welland omogućili su plovidbu između jezera velikim specijalnim jezerskim brodovima, što je dovelo do vrlo velikog robnog prometa. Međutim, *usko grlo* ostala je rijeka Sv. Lovrijenca s kanalima male propusne moći. Taj problem riješen je izgradnjom Morskog puta sv. Lovrijenca (*St. Lawrence Seaway*), na relaciji Montreal-Kingston (jezero Ontario), koji je otvoren za promet 1959. [1].

### 3.2. MORSKI PUT SV. LOVRIJENCA

Već u 16. st. prvi europski pomorci uočili su važnost rijeke sv. Lovrijenca, koja povezuje Velika jezera s morem i završava širokim plovnim estuarijem. Vidjevši golema područje Velikih jezera, shvatili su korisnosti uspostavljanja plovnog puta između tog *unutarnjeg mora* i oceana. Na mjestu do koje je rijeka sv. Lovrijenca, uzvodno od ušća, bila plovna, razvila se velika luka Montreal, ali dalje uzvodno do jezera Ontario, u dužini oko 290km, nalaze se brojni brzaci koji su onemogućavali plovidbu rijekom. Tijekom 19. st. obavljeni su hidrotehnički zahvati na rijeci Sv. Lovrijenca, izgrađeno je šest zaobilaznih kanala s ukupno 21 ustavom, ali dubokih samo 2,5m (1825.do 1848.). Zbog porasta prometa i male propusne moći kanala, potkraj stoljeća je plovni sustav na rijeci Sv. Lovrijenca rekonstruiran tako da je mogao propustiti brodove čiji gaz iznosi do 3,5m i 2.500t nosivosti (1873. do 1904.). Prolaz plovnim putem Ontario - Montreal trajao je 2 do 3 dana. Promet je konstantno rastao i 1955. iznosio je 11,5mil.t. Time su sve mogućnosti daljnjeg porasta prometa postojećega kanalskog sustava bile

iscrpljene. To je aktualiziralo staru ideju o izgradnji kanala koji će moći propustiti morske brodove.

Kanada je potakla ideju o izgradnji *morskog puta* i bila je mnogo više zainteresirana nego SAD, zbog izvoza masovnih tereta s područja Velikih jezera (žita, drva) i transporta željezne rude iz Labradora. Izgradnji morskog puta protivile su se američke željezničke kompanije i luka New York, koja se dotada, zahvaljujući kanalu Hudson - Erie, bila glavna morska luka za jezerska područja. Kada je Kanada odlučila da će sama započeti radove i kada se pokazala potreba jeftinog transporta labradorske željezne rude do čeličana na Velikim jezerima, pristale su i SAD, pa je morski put Sv. Lovrijenca građen zajedničkim snagama Kanade i SAD od 1954. do 1959. Troškovi izgradnje dijelili su se u omjeru 29:71% (SAD:Kanada). Troškovi izgradnje iznosili su 470 milijuna dolara.




**Slika 9. Morski put Velika jezera i rijeka Sv. Lovrijenca [21]**

Na rijeci sv. Lovrijenca izgrađeno je nekoliko velikih brana za uspostavu morskog puta, u njih je ugrađeno ukupno sedam ustava pomoću kojih brod svladava visinsku razliku od 68m. Ustave su duge 222,5m, široke 23m, a dubina je do 9m. To omogućuje prolaz brodovima do 15.000dwt s punim teretom i jezerskim

brodovima do 25.000t nosivosti. Za plovidbu plovnim sustavom na rijeci Sv. Lovrijenca obvezno je peljarenje, kao i kroz kanal Welland, koji se također smatra sastavnim dijelom spomenutog *morskog puta*. Zimska zaleđenost, zbog koje se obustavlja plovidba od prosinca do ožujka umanjuje prometnu važnost morskog puta sv. Lovrijenca. Izgradnjom kanalskog sustava na rijeci Sv. Lovrijenca otvoren je put morskim brodovima određene tonaže sve do jezera Superior, pojam *St. Lawrence Seaway* može se u širem smislu primijeniti i na cijeli plovni sustav od obale Atlantika do Gornjeg jezera, dug oko 3.700km. Nakon 1959. 6.500km duge obale Velikih jezera postale su u prometnom pogledu *produžetak* morske obale, a mnogobrojne jezerske luke danas su pristupačne i morskim brodovima. Za razliku od ostalih velikih morskih kanala, koji imaju izrazito medunarodno značenje, morski put Sv. Lovrijenca ponajviše služi za promet Kanade i SAD.

### 3.3. NAVIGACIJA MORSKIM PUTOM

Da bi se zadržala sigurnost i efikasnost morskog puta što je više moguće, vlasti morskog puta su razvile sofisticirani sustav kontrole prometa. 2003. navigacija na morskom putu ušla je u novo doba. Svi trgovački brodovi imaju specijalni odašiljač koji šalje ime, brzinu i poziciju kontrolnom prometnom centru i svim brodovima u blizini. Kompjuter na brodu i u kontrolnom prometnom centru pokazuje ove informacije na virtualnoj mapi, tako da svi mogu vidjeti gdje se brod nalazi. AIS pomaže za izbjegavanje sudara za vrijeme lošeg vremena, i pomaže upravljati prometom pa se manje vremena čeka za ustave. Kontrola prometa također koristi za slanje sigurnosnih upozorenja i informacija o vjetru, strujama i ledu u kanalu.

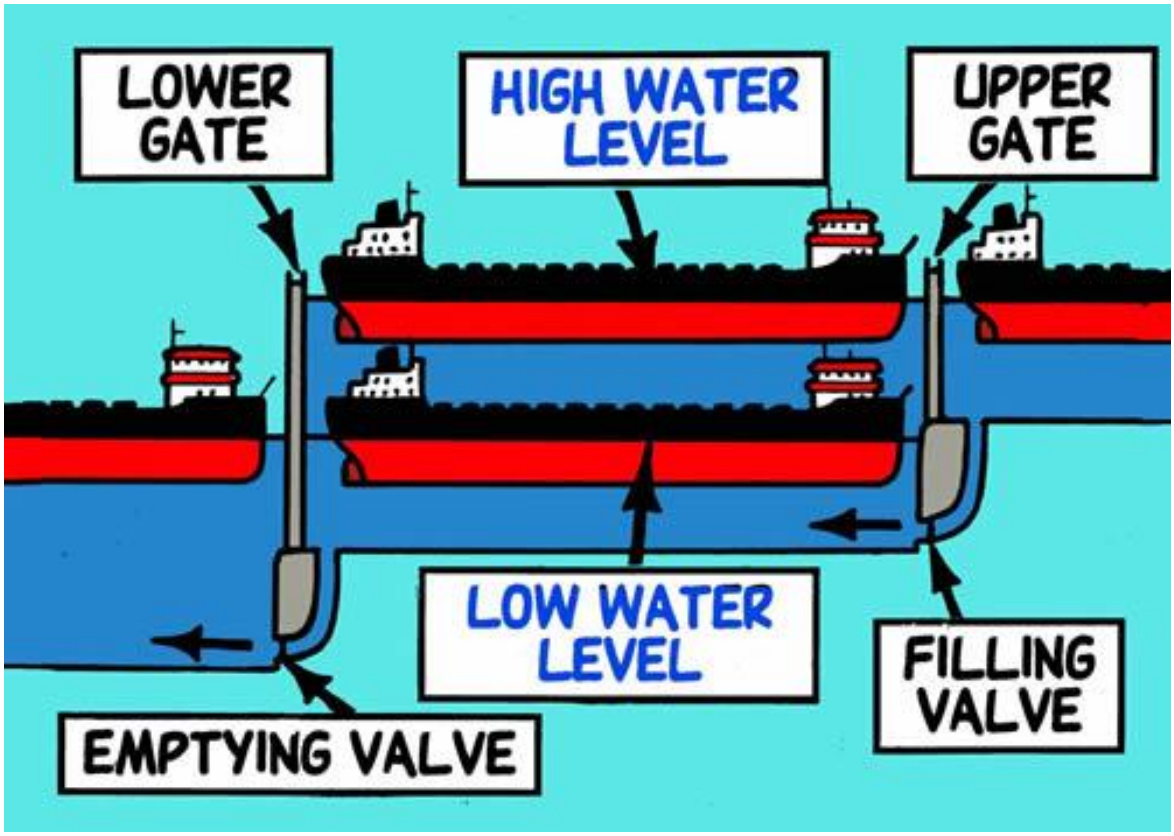
Ustave su vodonepropusne komore sa vratima koja omogućavaju brodu da se podiže ili spušta s jedne razine na drugu. Inžinjeri su dizajnirali ustave tako da mogu iskoristit zakon gravitacije za punjenje i pražnjenje svakog ustava. Da bi se brod podignuo uzvodno ventili ustava se otvore i voda utječe. Za spustit brod nizvodno ventili se otvore i voda istječe. Svaki ustav sadržava oko 91 milijun litara vode i potrebno je približno 10 minuta da se napuni i isprazni.

Kad brod koje ide prema Velikim jezerima dođe do Welland kanala od je već prošao kroz St. Lambert, Cote Ste. Catherine, Beauharnios, Snell, Eisenhower i Iroquois ustave, ali sad se suočava sa najvećim dizanjem od svih. Welland kanal je prolaz do gornjih jezera i dizajniran je za prolaz Niagarinih slapova i prenosi

brod preko Niagarinih strmina. Welland kanal ima ukupno osam ustava. Ustave 4, 5, 6 se zovu *leteće ustave* zato što oni funkcioniraju kao veliki koraci u velikom stubištu. Sveukupno oni će podići ili spustiti brod 42,6m na udaljenosti od 1.250m. Da bi se izbjeglo zadržavanje, ustave su dvostruke za odvijanje dvosmjernog prometa [22].

Djelovanje ustava:

1. korak: donja vrata se otvore i brod ulazi u ustav
2. korak:donja vrata se zatvore. Voda teče kroz usisne otvore odozgo. Ulazni ventil je otvoren unutar ustava što omogućuje naplavljivanje ustava vodom. Ventil za pražnjenje je zatvoren, tako da voda nemože pobjeći.
3. Gornja vrata se otvore i brod može napustiti ustav [23].




**Slika 10. Načelo rada ustava [24]**

## 3.4. BRODOVI VELIKIH JEZERA

U plovidbi morski putem Velika jezera – rijeka Sv. Lovrijenca prevladavaju specijalni brodovi dizajnirani za transport velikih količina rasutog tereta, kao što su željezne rude za industriju čelika, ugljen za proizvodnju električne energije, kamen za gradnju, te žitarice za domaće i inozemnu potrošnju. Ostali brodovi Velikih jezera namjenjeni su za opći terete, kao što su strojevi, čelik i vreće prehrambenih proizvoda.

Djelotvornost brodova povećava se s nosivošću, iz tog razloga brodari traže kako povećati veličinu plovila unatoč ograničenjima navigacijskog sustava. U sustavu morskog putu Velika jezera- rijekaSv. Lovrijenca postoje infrastrukturna ograničenja. Ustavi na morskom putu Sv. Lovrijenaca dimenzija su 233,5m (766 stopa) duge, 24m (80 stopa) široke i 9,14m (30 stopa) duboke. Zbog tih ograničenja izgrađeni su mnogi brodovi na *Seawaymax* dimenzijama. Takvi brodovi su dimenzija 226m (740 stopa) dugi i 24m (78 stopa) široki sa gazom 7,92m. U Soo ustavu su dimenzije veće, najveća ustava je 366m (1200 stopa) duga, široka 34m (110 stopa) i 10m duboka. Nekolika brodova je konstruirano za najveće moguće dimenzije. Ovi brodovi se nazivaju *1000 footers*, od kojih je najveći 309m (1.013 stopa) dug, 32m (105 stopa) širok. Zbog svoje veličine, 1000 stopni brodovi funkcioniraju samo u četiri gornja jezera (Superior, Huron, Michigan i Erie).

**Slika 11: 1000 *footers* brod [50]**

Postoji nekoliko vrsta brodova projektiranih za Velika jezera kao što su:

- *Lakers* koji su posebno projektirana i izgrađena za prijevoz suhog rasutog tereta u sustavu morskog puta Velika jezera–rijeka Sv. Lovrijenca. Oni su dizajnirana da izdrže vrijeme, valove i uvjete leda jedinstvene za Velika jezera i ti brodovi nisu strukturno ili zakonski ovlašteni za rad na otvorenom oceanu. Ovu vrstu brodova možemo podijeliti na dvije podskupine:
    1. Samoistovarivači (Self-unloaders) - imaju vlastitu opremu za iskrcavanje.
    2. Ravna paluba (Straight-Deckers) – brodovi koji nemaju vlastiti sustav za iskrcavanje, oni zahtijevaju oprema na obali kao što su dizalice za istovar tereta
- Prekooceanska plovila (*Salties*) – brodovi koji su dizajnirani da mogu prevoziti suhi rasuti teret i breakbulk teret, Na primjer, saltie može prevoziti čelične proizvode unutar Velikih jezera i izvoziti žito. Za razliku od Lakersa, salties mogu raditi bilo gdje na svijetu.
- Tankeri
- Teglenice – bez pogona brodovi koje treba tegliti ili gurati tegljačima [49].

## 3.5. LUKE NA VELIKIM JEZERIMA

Regija velikih jezera sa 117 saveznih luka i 85 aktivinih luka za rukovanje teretom tvore 28% sjevernoameričkog Bdp-a i obrađuje zapanjujućih 240 milijuna tona tereta godišnje. Zbog toga što luke velikih jezera prevoze više rasutog nego kontejnerskog tereta, usporedba sa lukama na istočnoj, zapadnoj i golfskoj obali nije moguća. U odnosu na tonažu, regija velikih jezera je *incredible bulk* sjevernoameričkih teretnih luka.

| TOP 20 GREAT LAKES PORTS BY TONNAGE | |
|---|---|
| PORT NAME | TOTAL |
| Duluth, MN- Superior, WI | 45,341,808 |
| Chicago, IL | 22,659,554 |
| Indiana Harbor, IN | 15,380,630 |
| Two Harbors, MN | 13,432,959 |
| Detroit, MI | 12,836,319 |
| Toledo, OH | 10,954,686 |
| Cleveland, OH | 10,637,330 |
| Gary, IN | 9,030,152 |
| Marquette/Presque Isle, MI | 8,807,609 |
| St. Clair, MI | 7,880,383 |
| Ashtabula, OH | 6,905,941 |
| Stoneport, MI | 6,625,427 |
| Silver Bay, MN | 6,603,511 |
| Escanaba, MI | 6,339,642 |
| Burns Harbor, IN | 6,283,154 |
| Calcite, MI | 5,833,596 |
| Port Inland, MI | 5,705,843 |
| Conneaut, OH | 4,654,172 |
| Milwaukee, WI | 3,240,169 |
| Alpena, MI | 3,098,860 |

**Slika 12. 20 najvećih američkih luka na Velikim jezerima po tonaži [25]**

Vodeći u ovom transportu nije Chicago, Detroit, Cleveland, Milwaukee ili Buffalo, nego Duluth (Minnesota). Šest luka velikih jezera (Duluth, Chicago, Detroit, Toledo, Cleveland i Gary) prevoze približno pola rasutog tereta preko velikih jezera godišnje. Drugim riječima, 6 od 85 aktivnih komercijalnih teretnih luka uzduž Velikih jezera rukuje s 50% rasutog tereta. Luka Duluth rukuje s približno 20% od ukupnog rasutog tereta luka Velikih jezera. Chicago je drugi s gotovo 10% rasutog tereta. 20% ostalog tereta čine luke Detroit, Toledo, Cleveland i Gary[25].

Najveći broj važnijih luka razvio se na obali jezera Erie, koji ima ulogu pročelja visoko razvijeno industrijsko zaleđe. Jezerske luke važne su i za odvijanje vanjskotrgovinske razmjene između SAD-a i Kanade [1].

Važnije luka na obalama Velikih jezera su:

- Superior: Duluth, Thunder Bay
- Michigan: Chicago
- Erie: Detroit, Cleveland
- Ontario: Toronto, Hamilton

U nastavku se opisuju navede luke i iznosi njihovo značenje za regiju Velikih jezera i šire

### 3.5.1. DULUTH

Već duže od stoljeća, luka Duluth je kralježnica ekonomije ove regije. Dugo poznata kao *glavni grad* rasutog tereta Velikih jezera. Ova luka obuhvaća širok spektar pomorskog prijevoza u rasponu od agrikulture, šumarstva, rudarstva i proizvodnje do konstrukcije, električne energije te prijevoza putnika.

Smještena na zapadnom kraju morskog puta Sv. Lovrijenca je najduža i najzavučenija slatkovodna morska luka i jedna od vodećih luka rasutog tereta u cijeloj Sjevernoj Americi. Daleko najveća i najprometnija na Velikim jezerima, luka Duluth rukuje s prosječno 38 milijuna tona tereta i skoro 1.000 brodova godišnje povezujući srce SAD-a i Kanade sa ostatkom svijeta. U luci se nalazi 20 privatnih dokova uzduž izgrađene obale duge 49 morskih milja i jedan terminal za generalne terete te skladište za gorivo i brodogradilište sa dva suha doka [26].

**Slika 13. Luka Duluth [27]**

Luka je 1.334 nautičke milje udaljena od Montreala. Dva grada povezuje rijeka St. Louis, pa i u lučkom i u urbanom smislu čine danas jedinstvenu cjelinu. Osnova razvoja su bogata ležišta željezne rude u neposrednom zaleđu, odakle se vodnim putem transportira do metalurgijskih središta na obalama i u zaleđu donjih jezera (Gary, Pittsburgh). U obratnom smjeru brodovi prevoze ugljen za metalurgiju u Dulathu. To je također jedna od glavnih američkih luka za izvoz žita, sumpora, kamene soli i dr [1].

Činjenice vezane za luku:

Izgrađene obale:

- 79 kilometara duga, sa 27 kilometara izjaružanih kanala, te
- 49 $m^2$ vode u zaštićenom području luke

Tonaža:

- rukuje sa prosječno 38 milijuna tona tereta svake godine
- glavni teret: željezna ruda (40%), ugljen (40%), žito (5 do 10%), ostali (5 do 10%)
- prosječno 1.000 brodova godišnje
- glavni izvozni teret: željezna ruda, ugljen i žito, te
- glavni uvozni teret: vapnenac, cement, sol

Terminali/Dokovi luke Duluth:

- glavna postrojenja uključuju:
  - 2 doka za rudu,
  - 1 terminal za prekrcaj ugljena,
  - 10 terminala za rasuti teret,
  - 7 dizala za žito,
  - 1 terminal za generalni teret,
  - 1 skladište za gorivo,
  - 1 brodogradilište sa 2 suha doka itd.

Poredak po ukrcaju tereta:

- željezna ruda, 1. u državi
- ugljen, 4. u državi

- žito, 1. na Velikim jezerima

Poredak luke po količini tereta:

- Najveća luka u SAD-u po količini suhog tereta.
- 1. na Velikim jezerima
- 25. u državi[28]

### 3.5.2. CHICAGO

Chicago, grad i luka na jugozapadnoj obali jezera Michigana, uz rijeke Chicago i Calumet, u saveznoj američkoj državi Illinois; treći grad po veličini u SAD‑u, 2.695.598 st. (2010.), metropolitansko područje Chicago – Joliet - Naperville (CMSA) ima 8.182.076 st. (2010.). Važno je industrijsko i trgovačko središte u području Velikih jezera, čvorište transkontinentskih željezničkih pruga, autocesta i zrakoplovnih linija (međunarodna zračna luka O'Hare ide u red najprometnijih u svijetu, 66,8 milijuna putnika 2010.) [29].

Razvoju grada u prošlosti pridonijela je izgradnja plovnog kanala (od jezera Michigan) do rijeke Illinois, pritoka Mississippija, čime je uspostavljena plovna veza s New Orleansom (1848.). Već prije toga, izgradnjom kanala Hudson - Erie (1825.), bio je uspostavljen plovni put između Velikih jezera i atlantske obale[1].

Loop – jezgra i poslovno središte grada s poznatom burzom, koja se nalazi između rijeke Chicago i obale jezera, čini ga jakim financijskim središtem SAD‑a, a i svijeta. Među mnogim visokim građevinama izdvajaju se 443m visok Willis Tower, najviša zgrada SAD‑a, te poznati Water Tower Place i John Hancock Center.

Na jugoistoku, uz Michigan, prostire se industrijski Gary, East Chicago i Whiting. U industriji Chicaga istaknuto mjesto imaju prehrambena, metalna industrija (metalne konstrukcije, poljoprivredni strojevi, vagoni [Pullman], kamioni, automobili), elektrotehnička (radio ‑ aparati, televizori, električni uređaji), elektronička i kemijska industrija, te metalurgija. Tiskarska i izdavačka djelatnost među najjačima su u zemlji. U trgovini stokom i žitom Chicago je među prvima u SAD‑u. Velike rafinerije nafte povezane su naftovodima i plinovodima s naftonosnim poljima u južnom dijelu SAD‑a. Jaka industrijska i trgovačka aktivnost Chicaga odražava se i u bankarstvu, u kojem zauzima drugo mjesto u SAD‑u.

**Slika 14. Luka Chicago [31]**

Chicago je najjača američka unutrašnja luka za generalni teret (18,5 milijuna tona, 2010.); plovnim putem Sv. Lovrijenca povezana je s Atlantskim oceanom, a sustavom Illinois-Waterway s Mississippijem. Zahvaljujući prometu Velikim jezerima, a potom i željeznici, razvijao se u veliko prometno, industrijsko i trgovačko središte [29].

U luci se nalaze dva skladišta žita sa kapacitetom od oko 14 milijuna bušela i spremnik sa kapacitetom od 800.000 tekućih bačvi [30].

### 3.5.3. CLEVELAND

Cleveland, grad i luka u saveznoj državi Ohio, na ušću rijeke Cuyahoga u jezero Erie, metropolitansko područje, koje obuhvaća i gradove Elyria i Mentor. Gradnjom željezničke, cestovne i kanalske mreže (kanal Erie, 1825.) ubrzan je razvoj Clevelanda, koji 1959., otvaranjem morskoga puta Sv. Lovrijenca (Great Lakes – Saint Lawrence Seaway), postaje i velika morska luka. U lučkome robnom prometu prevladava uvoz željezne rude i ugljena za potrebe vlastite i pittsburške industrije. Cleveland je jako industrijsko središte s glavnim industrijskim četvrtima duž obala rijeke Cuyahoge; vodeće značenje ima metalurgija (čeličane, talionice željeza) i petrokemijska industrija [32].

**Slika 15. Luka Cleveland [35]**

Cleveland je jedna od najprometnijih teretnih luka Velikih jezera, godišnje rukuje sa 12 do 16 milijuna tona tereta u međunarodnom i međujezerskom teretu. Čelik je dominantan teret u međunarodnom prometu luke, obično čini oko 90% ili više od ukupne prekomorske tonaže, što je ukupno jedan milijun tona na godinu[33]. Najvažniji teret kojim se rukuje u luci je: Čelične zavojnice, gotovi čelik, vangabaritna oprema, kontejneri, željezna ruda, vapnenac, cement.

Luka upravlja terminalom za rasuti teret i pogonom za generalni teret koji se nalaze na zapanoj i istočnoj obali rijeke Cuyahoga uz obalu jezera Erie. Terminal se nalazi na 45 jutara, sposoban je prihvatit 1.000 stopne brodove i unutar njega se nalazi automatizirani brodski utovarivač. Pogon za generalni teret se nalazi na 80 jutara, dubina morskog puta se održava na 27'. Također se nalaze 3 lučke dizalice svaka sa kapacitetom od 60 tona, te dizalice za teške terete nosivosti 150 tona. U luci se nalaze 4 skladišta za generalni teret kapaciteta 300.000 kvadratnih stopa [34].

### 3.5.4. DETROIT

Detroit, industrijski grad i riječna luka u saveznoj državi Michigan,; metropolitansko područje ima 4.296.250 st. (2010.). Leži na desnoj obali istoimene rijeke, između jezera Huron i Erie, nasuprot gradu Windsoru (Kanada). Detroit je jako središte automobilske industrije SAD‑a, u kojem su sjedišta velikih koncerna Ford (utemeljeno 1903.), General Motors (utemeljeno 1908.) i Chrysler. Ubraja se među vodeće industrijske gradove s razvijenom kemijskom i farmaceutskom industrijom, strojogradnjom, proizvodnjom električnih kućanskih aparata,

zrakoplova i zrakoplovnih dijelova; rafinerije nafte, brodogradnja. U novije doba razvijaju se visokotehnološke te uslužne djelatnosti (financijske i dr.). Važno čvorište cesta, željezničkih pruga i zrakoplovnih linija. S Kanadom (Windsor) povezuje ga i tunel ispod rijeke Detroita. Luka je unatoč smanjenju prometa (30,2 milijuna tona u 1970., a 13,4 milijuna tona u 2010.) zadržala veliku važnost [39].

Luka Detroit se nalazi na zapadnoj strani rijeke Detroit, te je najveća luka u državi Mitchigan. Luka se sastoji od više terminala kao što su za rukovanje generalnim, tekućim i rasutim teretom te novo otvoreni terminal za putnički prijevoz. Čelik je pojedinačno najvrijednija roba, a najveća roba kojom se po tonaži najviše rukuje je željezna ruda. Druge važne robe kojima se rukuje u luci uključuje kamen, ugljen i cement. U luci je godišnje oko 17mil.t. tereta, te je treća luka po rukovanju čelikom u državi [40].

**Tablica 2: Gospodarski utjecaj odabrane robe na Detroit [40]**

| Roba | Prihod po tonaži($) | Tonaža 2010. | Procjena poslovnih prihoda ($) |
|---|---|---|---|
| Čelik | 156 | 370.000 | 57.720.000 |
| Generalni teret | 76 | 121.000 | 8.833.000 |
| Ruda | 11 | 6.594.000 | 72.534.000 |
| Ugljen | 15 | 1.520.000 | 22.800.000 |
| Cement | 16 | 1.267.000 | 20.272.000 |
| Kamen | 14 | 2.081.000 | 29.134.000 |
| Nafta | 16 | 933.000 | 12.824.000 |
| Suhi rasuti | 14 | 916.000 | 12.824.000 |
| Tekući rasuti | 49 | 284.000 | 13.916.000 |

### 3.5.5. TORONTO

Toronto, grad u jugoistočnoj Kanadi, upravno središte pokrajine Ontario; brojem stanovnika najveći je grad u državi. Luka na sjeverozapadnoj obali jezera Ontario pristupačna je za oceanske brodove (leži na plovnom putu *Saint Lawrence Seaway*); lučki robni promet u 2010. iznosio je 1,5 milijuna tona. Bogata rudna

ležišta u okolici, obilje električne energije i relativno lake prometne veze pogodovale su jakomu gospodarskom razvoju Toronta, koji je danas vodeće poslovno središte u zemlji (Toronto ostvaruje oko 11% BDP-a Kanade). Sjedište je mnogih financijskih ustanova; jako nakladništvo, informacijska tehnologija i biotehnologija, filmska industrija (međunarodni filmski festival) te turizam (18 milijuna posjetitelja godišnje). U industriji koja ostvaruje polovicu kanadske industrijske robne proizvodnje ističu se aeronautička, automobilska, strojograđevna, kemijska, elektronička, farmaceutska, prehrambena i drvna (papir) industrija [43].

**Slika 16. Toronto [45]**

Luka Toronto razvila se u jedno od najraznovrsnijih centara teretom na Velikim jezerima. U luku dolazi teret kao što su šećer, sol, cement i čelik, a odlaze visoko vrijednosti proizvodi i teški tereti. Kruzer industrija Velikih jezera doživljava stala porast, luka je 2014. godine ugostila 2.986 putnika na brodovima na kružnim putovanjima. Zbog snježne zime 2013. iskorištene su sve zalihe soli, ponovno opremanje zaliha soli pridonili je sa 36% ukupne tonaže u 2014. god. Zbog svoje bez premca vizure središta Toronta i blizine gradskih kulturnih središta, luka je postala popularna lokacija za snimanje filmova [44].

### 3.5.6.THUNDER BAY

Thunder Bay, grad u pokrajini Ontario, na sjeverozapadnoj obali jezera Superior (Gornje jezero), južna Kanada. Nastao je 1970. spajanjem gradova Fort William (osnovan oko 1803.) i Port Arthur (osnovan 1870.); lučki prostor spojen je 1906. (željeznička pruga izgrađena 1882.). Thunder Bay se ubraja među najprometnije luke u pokrajini Ontario (ukupni robni promet u 2011. iznosio je 7,6 milijuna tona); kao izvozna luka za žito (6,3 milijuna tona) važna je u svjetskim razmjerima. Prehrambena i kemijska industrija; tvornice automobila, vagona, celuloze i papira. U novije doba razvija se biotehnologija [41].

**Historical Cargo Statistics**

| Year | Grain | Coal | Iron Ore | Potash | Dry Bulk | Liquid Bulk | General Cargo | Logs | Total Tonnes | Total Vessels | Opening of Navigation | First International 'Saltie' Vessel | Closing of Navigation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2015 | 8,018,638 | 406,563 | | 273,790 | 159,937 | 22,995 | 27,576 | | 8,909,499 | 413 | Apr 10 | Apr 16 | Jan 14/16 |
| 2014 | 8,325,099 | 467,639 | | 290,853 | 191,400 | 55,854 | 10,405 | | 9,341,250 | 438 | Apr 21 | Apr 30 | Jan 14/15 |
| 2013 | 5,403,460 | 603,814 | | 317,170 | 134,269 | 69,840 | 1,651 | | 6,530,204 | 331 | Mar 26 | Apr 02 | Jan 13/14 |
| 2012 | 6,456,533 | 755,969 | | 355,536 | 105,979 | 145,702 | 22,906 | | 7,842,625 | 409 | Mar 27 | Apr 01 | Jan 14/13 |
| 2011 | 6,267,457 | 831,166 | | 217,316 | 158,283 | 117,157 | 17,313 | | 7,608,692 | 389 | Mar 26 | Apr 12 | Jan 15/12 |
| 2010 | 5,239,594 | 1,062,891 | | 313,952 | 95,901 | 158,953 | 10,986 | | 6,882,277 | 368 | Mar 25 | Apr 15 | Jan 08/11 |
| 2009 | 5,837,252 | 930,105 | | 172,173 | 153,903 | 178,913 | 13,553 | | 7,285,899 | 375 | Mar 27 | Apr 11 | Jan 11/10 |
| 2008 | 5,685,371 | 1,658,264 | | 291,224 | 149,600 | 212,083 | 65,818 | | 8,062,360 | 416 | Mar 23 | Apr 09 | Jan 14/09 |

**Slika 17. Statistika tereta u luci Thunder Bay od 2008. do 2015. god. [42]**

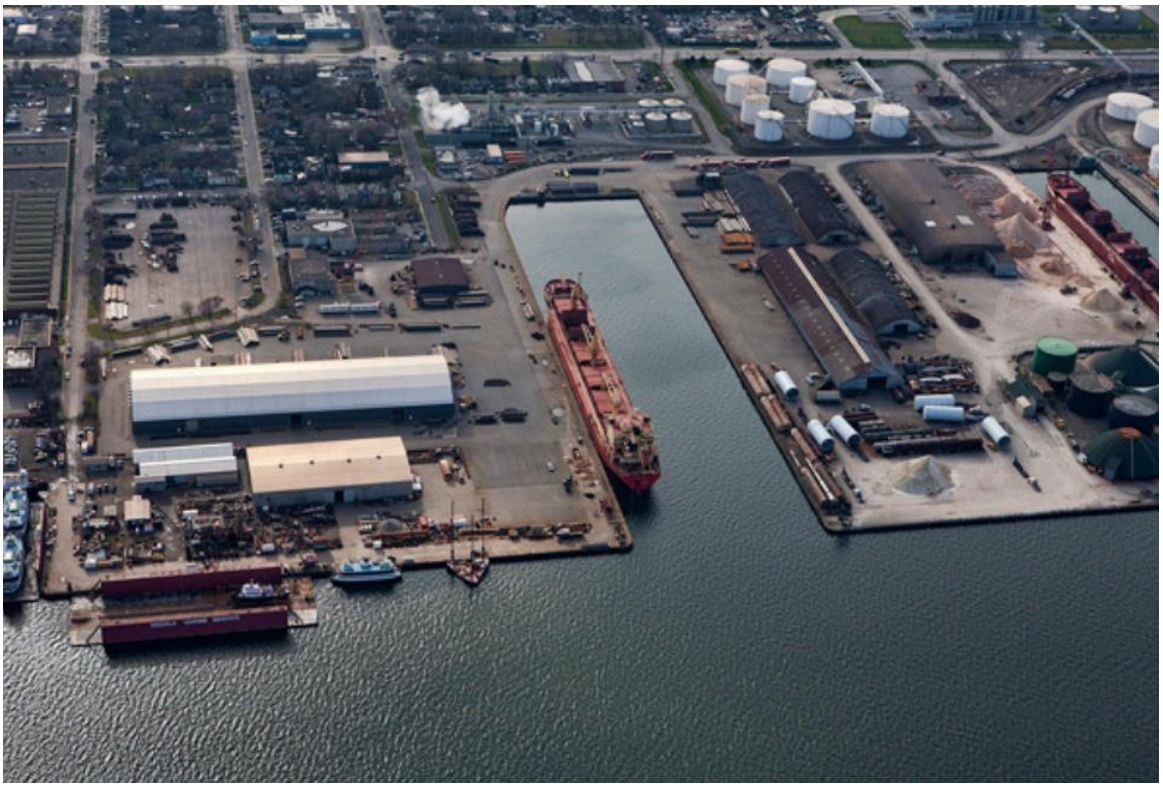
Luka Thunder Bay ima osam dizala za žito, četiri postrojenja sa suhe teret, dva postrojenja za tekuće terete i jedan terminala generalnog tereta za teške terete i drvene proizvode. Luka ima najveći kapacitet za pohranu žita u Sjevernoj Americi. Postoji 8 operativnih terminala za žito ukupnog kapaciteta pohrane od 1,2 milijuna tona. Najčešći proizvodi kojima se rukuje unutar terminala za žito su pšenica, uljna repica, durum kao i razne žitarice. Ukrcajni kapacitet na terminala je 1000 do 3400t/sat [42].

### 3.5.7. HAMILTON

Hamilton, grad i luka na krajnjem zapadnome dijelu jezera Ontario, Kanada. Leži 55km jugozapadno od Toronta. Hamilton je vodeće metalurško (čelik) središte Kanade; metalurgija je utemeljena 1893. Jaka metalna (automobili i dr.), tekstilna, kemijska, elektrotehnička i prehrambena industrija. Ukupni lučki robni promet iznosi 11,5 mil. t (2010.). Sveučilište (McMaster University) poznato po nuklearnim istraživanjima [46].

Luka Hamilton je najveća luka na jezeru Ontario. Danas, luka Hamilton rukuje sa više od 12 milijuna tona tereta, a posjeti je godišnje više od 700 brodova. Luka Hamilton je najprometnija od svih kanadskih luka na Velikim jezerima. Luka je kritična infrastruktura za Ontario agro industriju. U razmaku manje od 10 godina luka je postala bitna karika u poljoprivrednoj ekonomiji regije. Ovaj brzi prijelaz je luku pomakao od njezine primarne luke za čelik do više raznolikih spektara. Sektor agronomije je nadmašio sve ostale. Tijekom posljednjih nekoliko godina, udio poljoprivrednog tereta je na narastao u ukupnoj tonaži od 9% u 2008. na 20% u 2014. U luci se nalaze 3 terminala za žito što olakšava izvoz kukuruza, pšenice, soje na tržišta širom svijeta.

Tijekom više od jednog stoljeća, luka Hamilton je rasla zajedno sa dvije velike čeličane. Većina tereta koja prelazi preko luke je željezna ruda, ugljen, koks i legure materijala. U posljednih nekoliko godina teret čelikom je pao za oko 2 milijuna tona. Taj pad potaknu je značajna ulaganja u kapacitete terminala za žito i gnojivo, zbog toga što je poljoprivreda hrana postala najuspješnija. Kako je globalna cijena gotovog čelika pala u posljednih nekoliko godina, uvoz gotovog čelika kroz luku se značajno povećao. U 2014., više od pola milijuna tona gotovog čelika je uvezeno i rukovano kroz luku.



**Slika 18. Luka Hamilton [48]**

Luka Hamilton rukuje sa oko 10 milijuna tona rasutih i breakbulk tereta godišnje, više od bilo koje druge kanadske luke na Velikim jezerima. U luci se nalazi više od 90.000m$^2$ skladišnog prostora i 20 hektara otvorenog prostora. Oprema koja se koristi u luci su tri dizalice s kapacitetom do 100 tona, viličar s kapacitetom do 36t i *roll-on / roll-of* rampa. Luka je također broj 1 među lukama na kanadskim Velikim jezerima u pogledu kapaciteta za skladištenje tekućih rasutih tereta. Luka rukuje širokim spektarom tekućih rasutih tereta, uključujući naftne derivate, biogoriva, kemikalije, gnojiva itd. Njegovih 125 spremnika ima ukupni kapacitet od više od 200.000 tona [47].

# 4. ZAKLJUČAK

Velika jezera su skupina od pet velikih jezera u Sjevernoj Americi, koja se nalaze na granici između SAD-a i Kanade. Jezera zajedno čine najveću slatkovodnu površinu na svijetu, obuhvaćaju 20% od ukupne slatkovodne površine na Zemlji. Jezera koja obuhvaćaju Velika jezera su: Superior, Michigan, Huron, Erie i Ontario. Michigan jezero se jedinu u cijelosti nalazi unutar granica SAD-a, dok kroz sva ostala jezera prolazi američko-kanadska granica. Slijev Velikih jezera uključuje dio ili sve od osam američkih saveznih država te kanadsku pokrajinu Ontario. Više od 33 milijuna ljudi nastanjuje ovaj slijev, što je oko desetine populacije SAD-a te jedna četvrtina stanovništva Kanade.

Starost Velikih jezera još nije točno definirana, procjenjuje se da se njihova starost kreće od 7.000. do 32.000., što ih svrstava u jedno od najmlađih prirodnih značajki na sjevernoameričkom kontinentu. Jezera su u novije vrijeme ekološki ugrožena jer se u njih ispuštaju otpadne vode i štetne tvari. Veliki problem u jezerima stvaraju strane životinjske vrste kojima jezera nisu prirodne područje nego u sustav jezera najčešće ulaze kroz balasne vode prokooceanskih brodova.

Velika jezera su otkrili i istražili Francuzi u 17. st. Samuel de Champlain je prvi stigao od Velikih jezera, prvo jezero koje je otkriveno bilo je jezero Hurona. Od 1787. jezera su proglašena međunarodnim plovnim vodama.

Jezera su međusobno povezana vodenim tokovima, kanalima i tjesnacima, rijekom Sv. Lovrijenca povezanu su sa Atlanskim oceanom. Kada je izgrađen plovni put Sv. Lovrijenca 1959. god. to je omogućilo uplovljavanje prekooceanskih brodova i njihova plovidba sve do Dulutha na jezeru Superioru. Plovni sustav od Atlantika od najzapadnije dijela dug je 3.700km, godišnje prođe oko 2.500 brodova ovim sustavom. Postoji velika visinska razlika između pojedinih jezera koja se svladava uz pomoć ustava. Proces prolaska kroz ustave traje oko 10 min kad je brod dovoljno podignut za prolaz u sljedeće jezero. Postoje posebni brodovi koji se grade za Velika jezera. Prolaz kroz ustave prestavlja veliki napor za posadu, jer su jezera svakih 7 do 8 sati i posada mora biti stalno spremna jer se kroz prolazak ustavima prilikom dizanja i spuštanja broda, brod mora vezati i česta je promjena pilota.

Godišnje se sustavom Velikih jezera preveze oko 240 milijuna tona tereta. Luke unutar sustava Velikih jezera su najviše orijentira prema rasutom teretu. Velika jezera imaju značajnu gospodarsku vrijednost za SAD i Kanadu, posebno se to odnosi na regiju koju čine Velika jezera.

## LITERATURA


[1] Stražičić, N.: *Pomorska geografija svijeta*, Zagreb, Školska knjiga, 1996.

[2] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/57/Great_Lakes_from_space_crop_labeled.jpg

[3] http://avebiya.com/hr/8610.html

[4] http://www.britannica.com/place/Great-Lakes

[5] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b0/Glacial_lakes.jpg

[6] http://www.britannica.com/place/Lake-Superior-lake-North-America

[7] http://www.livescience.com/31952-lake-superior.html

[8] http://www.miseagrant.umich.edu/files/2013/01/Superior-Basin-Map-crop.jpg

[9] http://www.britannica.com/place/Lake-Huron

[10] http://www.livescience.com/32081-lake-huron.html

[11] http://www.livescience.com/32011-lake-michigan.html

[12] http://www.britannica.com/place/Lake-Michigan

[13] http://www.livescience.com/34480-lake-erie.html

[14] http://www.britannica.com/place/Lake-Erie

[15] http://www.livescience.com/34571-lake-ontario.html

[16] http://www.britannica.com/place/Lake-Ontario

[17] http://www.shipwreckexplorers.com/lake_michigan_manitowoc.php

[18] https://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Erie#/media/File:Lake_Erie_and_Lake_Saint_Clair_bathymetry_map.png

[19] http://www.greatlakes-seaway.com/en/seaway/vital/index.html

[20] http://www.marinebuzz.com/marinebuzzuploads/TheGreatLakesSt.LawrenceSeawaySystem_113F0/GLSL_seaway_2.jpg

[21] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/43/Great_Lakes_and_St_Lawrence_Seaway_navigation.png

[22] http://www.greatlakes-seaway.com/en/pdf/tommy_trent_abc.pdf

[23] http://www.greatlakes-seaway.com/en/flash-tour-en/tour.htm

[24] http://www.greatlakes-seaway.com/images/ABCPg14e.jpg

[25] http://www.colliers.com/-/media/files/marketresearch/unitedstates/2013-na-highlight-reports/q1-2013/colliers_na_port_20131h_final.pdf?campaign=Port-1H2013

[26] http://www.duluthport.com/port.php

[27] http://www.duluthport.com/uploads/large/img_port_facts2.jpg

[28] http://www.duluthport.com/port-stats-facts.php

[29] http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=11606

[30] http://www.chicagomaritimemuseum.org/archives/chicagos-modern-port/

[31] http://www.chicagomaritimemuseum.org/wp/wp-content/gallery/chicagosmodern-port/port-3.jpg

[32] http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=12103

[33] http://www.harborhouse.com/digital/systemdirectory.htm

[34] http://www.portofcleveland.com/wpcontent/uploads/2012/06/CCP003_Brochure_Opt1-R6.pdf

[35] http://www.portofcleveland.com/wp-content/uploads/2012/06/Port-aerial-21-535x210.jpg

[36] http://www.great-lakes.net/teach/pollution/

[37] http://www.great-lakes.net/teach/pollution/water/graphics/cuyahoga_lg.jpg

[38] http://eoimages.gsfc.nasa.gov/images/imagerecords/81000/81952/ISS036-E-35635_lrg.jpg

[39] http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=14829

[40] http://www.portdetroit.com/

[41] http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=61224

[42] http://www.portofthunderbay.com/

[43] http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=61860

[44] https://www.portstoronto.com/home.aspx

[45] http://www.phototravelpages.com/canada/ontario/toronto_pictures/Toronto_Skyline_large.jpg

[46] http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=24253

[47] http://www.hamiltonport.ca/

[48] http://worldmaritimenews.com/wp-content/uploads/2015/10/Port-of-Hamilton-to-Get-New-GrainTerminal.jpg

[49] http://www.marinedelivers.com/great-lakes-ships-carriers

[50] http://www.boatnerd.com/pictures/special/footer/glaker-footer-sooa.jpg

# POPIS SLIKA

Slika 1: Satelitska snimka velikih jezera [2] ..... 2
Slika 2: Oblikovanje jezera [5] ..... 4
Slika 3: Požar na rijeci Cuyahoga [37]..... 5
Slika 4: Jezero Superior [8] ..... 6
Slika 5: Brodolomi u jezeru Michigan [17] ..... 10
Slika 6: Prikaz dubina u jezeru Erie [18]..... 11
Slika 7: Jezero Ontario iz međunarodne svemirske postaje [38]..... 13
Slika 8: Presjek sustava morskog puta Velikih jezera i rijeke sv. Lovrijenca [20] . 15
Slika 9: Morski put Velika jezera i rijeka Sv. Lovrijenca [21]..... 16
Slika 10: Načelo rada ustava [24]..... 18
Slika 11: 1000 footers brod [50]..... 19
Slika 12: 20 najvećih američkih luka na Velikim jezerima po tonaži [25] ..... 21
Slika 13: Luka Duluth [27] ..... 22
Slika 14: Luka Chicago [31]..... 25
Slika 15: Luka Cleveland [35]..... 26
Slika 16: Toronto [45] ..... 28
Slika 17: Statistika tereta u luci Thunder Bay od 2008. do 2015. god. [42] ..... 29
Slika 18: Luka Hamilton [48]..... 31

# POPIS TABLICA

Tablica 1: Površina, obujam, visina, prosječna dubina i maksimalna dubina velikih jezera [3]..... 3
Tablica 2: Gospodarski utjecaj odabrane robe na Detroit [40]..... 27