

Examensarbete, Högskolan på Åland, Utbildningsprogrammet för sjöfart

FASTSTÄLLANDE AV DJUP I FARLEDER

Vad bör navigatören känna till?

Alex Asplund



2021:48

Datum för godkännande: 31.12.2021
Handledare: Bengt Malmberg

EXAMENSARBETE

Högskolan på Åland

Utbildningsprogram:	Sjöfart
Författare:	Alex Asplund
Arbetets namn:	Fastställande av djup i farleder - Vad bör navigatören känna till?
Handledare:	Bengt Malmberg
Uppdragsgivare:	-

Abstrakt

I detta examensarbete skriver jag om referenshöjder och hur farleders djupmarginaler ser ut, samt benämner andra intressanta punkter inom området. Syftet med arbetet är att få en bredare kunskap om hur man skall förhålla sig till djup till sjöss.

Metodiken som använts är litteraturstudier samt intervjuer. Slutsatsen är att navigatören bär alltid ett stort ansvar för att undvika bottenkänning. Därför är det viktigt att veta vad olika mått och marginaler innebär i sjökortet och farledsanvisningarna.

Nyckelord (sökord)

N2000, BSCD2000, Farledsansvar

Högskolans serienummer:	ISSN:	Språk:	Sidantal:
2021:48	1458-1531	Svenska	35

Inlämningsdatum:	Presentationsdatum:	Datum för godkännande:
26.11.2021	16.12.2021	31.12.2021

DEGREE THESIS

Åland University of Applied Sciences

Degree Programme:	Bachelor of Marine Technology
Author:	Alex Asplund
Title:	Determining the Depth in Fairways - What the Navigator Should Know
Academic Supervisor:	Bengt Malmberg
Commissioned by:	-

Abstract
<p>In this thesis I write about height references in sea charts and what the depth margins in fairways are. I also describe other relevant marks in this field. The purpose of this thesis is to get a wider knowledge about the depths at sea and how to work with them. The method that is used is literature studies and interviews. The conclusion is that the Navigator always holds a big responsibility to avoid groundings. Therefore it is important to know what different types of measurements and margins in the sea chart and fairways mean.</p>

Keywords
N2000, BSCD2000, Farledsansvar

Serial number:	ISSN:	Language:	Number of pages:
2021:48	1458-1531	Swedish	35

Handed in:	Date of presentation:	Approved:
26.11.2021	16.12.2021	31.12.2021

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Ordlista	5
1. INLEDNING	6
1.1 Syfte och frågeställningar	6
1.2 Avgränsningar	6
2. BAKGRUND	7
2.1 Farledsansvar	7
2.2 Farledsklasser	8
2.3 Djupmarginaler i farleder	11
2.3.1 Finlands och Ålands marginaler	11
2.3.2 Sveriges marginaler	13
2.4 Beräkning av fartygets rörelser	14
2.5 Referensnivåer för sjökort och farleder	16
2.5.1 Medelvattnet (MSL)	16
2.5.2 N2000	16
2.5.2.1 Jordellipsoiden	16
2.5.2.2 Geoiden	17
2.5.2.3 Medelhavsytan eller medelvattenytan	17
2.5.2.4 Hur man kan få ut höjden över geoiden	18
2.6 Mätning av det aktuella vattenståndet	19
2.7 Sjömätning	20
2.7.1 Multibeam	20
2.7.2 Ramning	21
3 METOD	23
3.1 Forskningsetiska principer	23
4 RESULTAT	25
4.1 Hur skiljer sig farleds marginaler mellan Finland och Sverige?	25
4.1.1 Adapt och Ålands landskapsregering	26
4.2 Vad innebär det nya referenssystemet N2000?	27
4.2.1 Förändringar i sjökort	27
4.2.2 Havsvattenståndet	28
4.2.3 Förändring av termen leddjupgående i Finland	30
5 DISKUSSION	31
KÄLLOR	32

Ordlista

Traficom	Finnish Transport and Communication Agency Myndigheten som ansvarar för farleder i Finland
IMO	International Maritime Organisation
SOLAS-Konventionen	Safety Of Life At Sea Convention
IALA	International Association of Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
IHO	International Hydrography Organization
Standard S44	IHO internationella standard som normalt används för nautisk kartläggning
FSIS44	Finish and Swedish joint Implementation of S44
PIANC	Permanent International Association of Navigation Congress. Hela världens förbund för vattenburen transportinfrastruktur
MarCom	Maritime Navigation Commission
Konstruktionsfartyg	Dimensioneringsfartyg som det specifika farledens djupmarginaler utgår ifrån.
ADAPT projektet	Assuring Depth of fairways for Archipelago Public Transport

1. INLEDNING

Som navigatör är det viktigt att veta hur mycket vatten man har under kölen för att undvika grundstötning. Vi är i en övergångsfas från ett gammalt till ett nytt referenssystem i vattenområdet i Finland. Det nya referenssystemet är inte en lättfattad sak att förstå, så mitt arbete ägnas delvis att förstå den. Det är också bra att veta skillnader i farledsmarginaler samt noggrannheten i djupet så det ville jag också ta upp i arbetet.

1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med arbetet är att täcka det som navigatören bör känna till om djup och farleder i Finland och Sverige. Detta besvaras med följande frågor:

1. Hur skiljer sig farledsmarginaler mellan Finland och Sverige?
2. Vad innebär det nya referenssystemet N2000?

1.2 Avgränsningar

Detta arbete omfattar endast hur man framställer djupdata och marginaler i Finland, Åland och i Sverige.

2. BAKGRUND

Detta examensarbete handlar om: vilka regelverk som Finlands, Ålands och Sveriges farleder bör uppfylla, farledsklasser i Finland och hur man gör i Sverige, hur farleders djupmarginaler ser ut och diverse saker om den, samt om vattendjupets gamla och nya referenshöjdsystem.

2.1 Farledsansvar

Farledhållningen styrs i Finland och i Sverige av den internationella sjöfartsorganisationen IMO och SOLAS-konventionen. I konventionens kapitel V Regel 9 Hydrographic Services, framställs det att myndigheten skall samla ihop och tillhandahålla information om hydrografisk data av vattenområdet i landet, samt andra navigationspublicationer som är behövliga för navigatören (IMO (International Maritime Organisation), 2002).

Traficom är myndigheten som bär farledsansvaret i Finland. I Sverige är Sjöfartsverket myndigheten som bär farledsansvaret, medan transportstyrelsen i Sverige utfärdar regler och riktlinjer för hur farleder ska utformas (*Regler För Sjöfart Transportstyrelsen*, n.d., *Transportstyrelsen*, n.d.).

I Finland och i Sverige bör Sjömätningar och sjömättningsarbeten uppfylla den internationella sjökartläggningsorganisationen IHO:s standarder och föreskrifter. I första hand gäller det standard S44 (edition 5) med en gemensam tillämpning från Finland och Sverige: FSIS-44 (Traficom, 2019, 2021b).

Som tilläggsdel finns PIANC som är en internationell organisation där specialister och experter runtom i världen samlas för att samarbeta för en kostnadseffektivare, säkrare och miljövänligare utveckling av transporten inom sjöfarten. I PIANC hör bl.a MarCom till organisationen som samarbetar med IMO och IALA. PIANC har medlemmar i 66 olika länder varav Finland är en av dem (*PIANC*, n.d., *Pianc Norge*, 2016).

Traficom är myndigheten som ansvarar för farledshållningen och allt som hör till det i Finland. Ålands landskapsregering samarbetar med traficom och ansvarar för farledplaneringen och underhållet i de mindre farlederna runtom i Ålands skärgård. I tabell 1 visas de föreskrifter och anvisningar som Traficom följer för farledshållningen.

Tabell 1. Traficoms föreskrifter och anvisningar som gäller farledshållningen (Ian Bergström, personlig kommunikation 15.01.2021).

Underhåll av allmänna farleder	Föreskrifter om Sjötrafikmärken och ljussignaler
Beredning och hantering av farledsbeslut	Utplacering och utmärkning av luftledning, kablar och rörledningar i vattenområden
Transport- och kommunikationsverkets myndighetsverksamhet i ärenden som gäller farleder	Föreskrift om utmärkning av allmänna farleder
Föreskrift om trafikering längs kanaler	Säkerhetsanordningar som används för Utmärkning av enskild farled
Anvisning om vindkraftverk	Begrepp med anknytning till farleder
Principerna för redovisning och tillämpning av leddjuggåendet	Farleder och fiske
Farledsklassifiering	Dimensioner för öppningar under broar som korsar vattendrag
Farledsuppgifter enligt sjötrafiklagen	

2.2 Farledsklasser

I Finland har man 6 grundklassificeringar som inkluderar alla allmänna farleder. Dessa är indelade i två huvudgrupper: farleder för handelsfartyg och grunda farleder. Se Figur 2. Traficom ansvarar för största delen av farlederna i Finland, varierande från farledsklass 1 (VL1) till farledsklass 6 (VL6)

Ålands landskapsregering ansvarar för farleder i klass VL3 till VL6 i den åländska skärgården. De ansvarar för en sträcka på sammanlagt 505 km av farleder, vilket gör dem till

den näst största farledshållaren i Finland. De farleder som Ålands landskapsregering ansvarar för är upp till 4 meters djup, medan trafikverket ansvarar för farleder som är över 4 meters djup i den Åländska skärgården (Traficom, 2019) (Ian Bergström, personlig kommunikation 15.01.2021)

FARLEDSKLASSIFICERING			BILAGA 1		
HUVUDKLASS			FARLEDSKLASS		
1	Farleder för handelsfartyg	Farleder som i första hand byggts och upprätthålls för handelsfartyg. Med handelsfartyg avses i detta sammanhang sådana fartyg i kusttrafik som betalar farledsavgift. På de inre vattenvägarna räknas Saimens djupfarled som farled för handelsfartyg.	VL1, farledsklass 1	Farleder för handelsfartyg, klass 1 (huvudfarleder)	Huvudfarleder för handelsfartyg som är av nationell eller regional betydelse och som används för största delen av varuflödena inom sjötrafiken.
			VL2, farledsklass 2	Farleder för handelsfartyg, klass 2	Farleder för handelsfartyg som närmast är av lokal betydelse, en parallell farled eller en avslutningsled till huvudleden.
2	Grunda farleder	Farleder som byggts och underhålls för i främsta hand båttrafik eller annan nyttotrafik än handelsfartyg.	VL3, farledsklass 3	Grunda farleder för nyttotrafik	Bl.a. förbindsetrafik, fiskefartyg, prämtrafik, flottning och farleder som betjänar passagerartrafik av regional betydelse.
			VL4, farledsklass 4	Basfarled för båttrafik	Huvudled för båttrafik, som utgör en enhetlig längre rutt mellan två områden vid kusten eller på de inre vattenvägarna.
			VL5, farledsklass 5	Lokala båtleder	Lokal båtled, t.ex. farled som leder från huvudleden till en hamn, eller en farled som sammanbinder två andra farleder.
			VL 6, farledsklass 6	Båtrutter	Grund farled av samma nivå som båtrutter som betjänar båtlivet

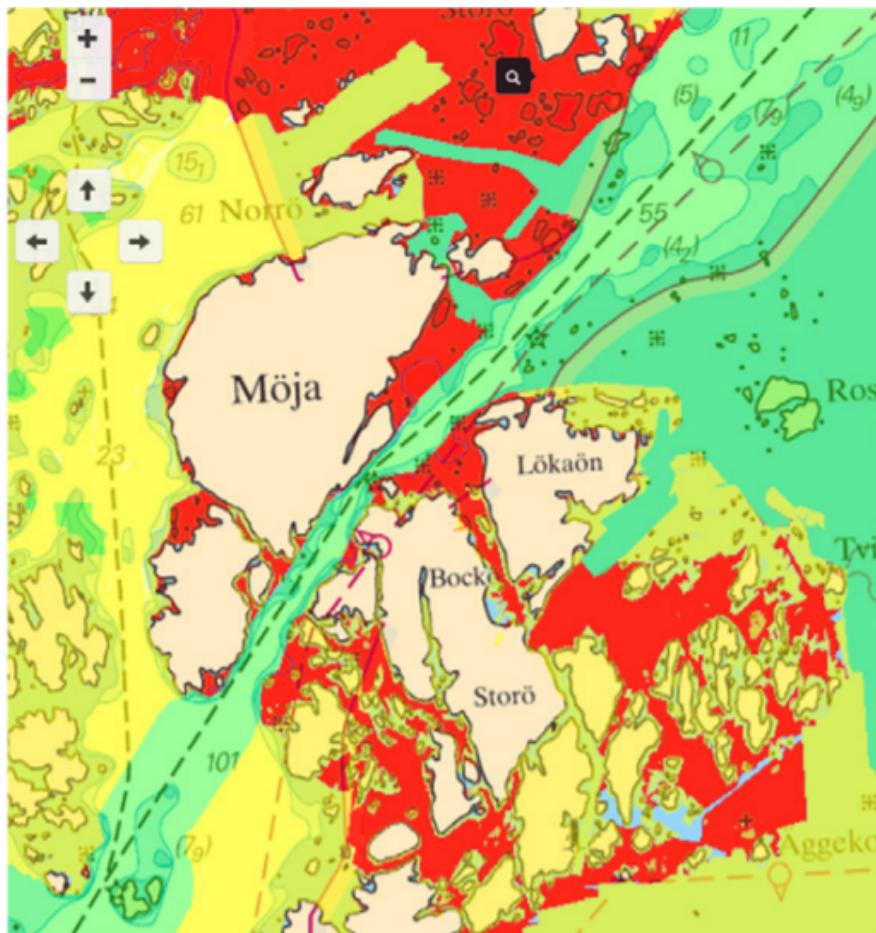
Figur 1. Beskrivning på olika farledsklassificeringar (Traficom, 2019)

I Sverige har man inte i sig några grundklassificeringar, utan man presenterar djupmätningarnas kvalitet istället. Djupinformationen presenteras med tre olika färger (ljus grönt, mörk gult och rött) på specifika sjökartor som finns på sjöfartsverkets karttjänst (*Sjöfartsverket, n.d.*), varav ljusgrön uppfyller sjömätningar enligt den internationella standarden S-44 med tillämpningen av FSIS-44. Detta innebär att botten blivit

undersökt till 100% med multibeam eller med ramning. *Hänvisning till multibeam och ramning kapitel 2.7.*

De mörkgula ytorna har blivit mätta med ekolod men uppfyller inte kraven i standarden S-44. de röda ytorna är djup informationen i sjökort och ENC (Electronic Navigational Chart) som baseras på sjömätningar som utförts med handlod tidigare än 1940-talet. *se figur 2 (Sjöfartsverket, 2016).*

På traficoms hemsida kan man också få tillgång till djupmättningsdata i Finland såsom i Sverige (*Sjögeografisk Information, 2020, Traficom Karttjänst Oskari, n.d.*).



Figur 2. figuren presenterar djupinformationens kvalitet. Gröna områden beskriver djupinformation enligt multibeam eller ramnings mätningar; Gula områden enligt ekolods mätningar som inte uppfyller kraven i standarden s-44 och Röda områden baserar sig på djupdata som utförts med handlod tidigare än 1940-talet (Sjöfartsverket, 2016)

2.3 Djupmarginaler i farleder

När man navigerar i en farled är det viktigt att ha en kännedom av vilka djupmarginaler som används i farledet och vad de innebär.

För att göra det enkelt i Finland och i Åland har man ett leddjupgående som ett fartyg skall i praktiken kunna gå klart med. *hänvisning till Finlands och Ålands marginaler kapitel 2.3.1*

I allmänhet anpassas farledens djupmarginaler enligt den sjötrafik som det specifika farledsområdet har. Detta betyder att djupmarginalerna kan skilja sig från varandra i olika farleder, då fartygstyperna kan variera beroende på lasten man transporterar till diverse hamnar varierar (Trafikledsverket, 2011).

När man avgör vilka marginaler som krävs för ett specifikt farledsområde, har man så kallade konstruktionsfartyg/dimensionerande fartyg som farleden dimensioneras för.

Konstruktionsfartyget motsvarar ett eller flera av de fartyg som trafikerar i farledsområdet, se *figur 3*.

FARLESDATA

Farledsdragning och utmärkning: Farleden börjar från lotsplatsen NV om fyren Kokkola och fortsätter till Djuphamnen i Karleby. Fem linjer utmärkta med enstavlor. Farledens längd ca 22 km/12 M. Lateralutmärkning, belyst. Från Djuphamnen fortsätter leden med leddjupgåendet 9,5 m, en sträcka på 3 km (1,6 M) till Stamhamnen i Karleby.

Dimensionering: Dimensionerande fartyg: bulklastfartyg 80 000 DWT, $l = 245$ m, $b = 36,5$ m, $t = 14,0$ m.

Figur 3. Exempel på farledskort där parametrarna för konstruktionsfartyget beskrivs (t = tiefgang är det statistiska djupet) (Trafikledsverket, 2020)

Konstruktionsfartygets parametrar som farleden skall dimensioneras för är bl.a: längden, bredd, djup, höjd, manövreringsegenskaper, fartygets hastighet och last (Sjöfartsverket, 2019a).

2.3.1 Finlands och Ålands marginaler

I Finland och på Åland presenteras farledsdjupet som leddjupgåendet. Med leddjupgåendet menas det största planerade djupgåendet ett fartyg kan framföra sin drift i. Leddjupgåendet är det djupgående ett fartyg har då den är stillastående (statiska djupgående).

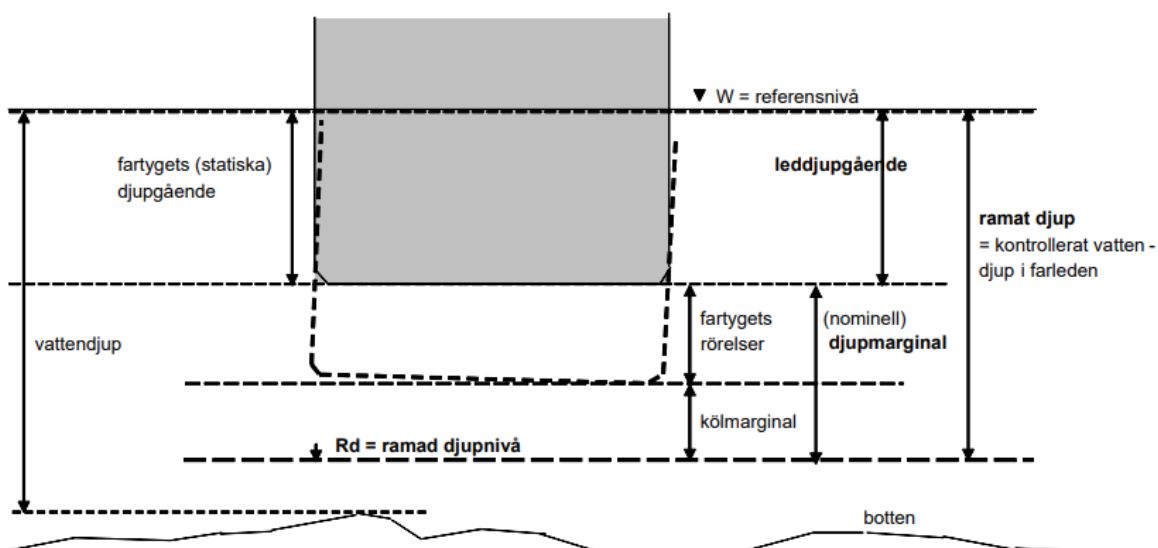
När ett icke planande fartyg framförs bildas en strömning mellan havsbottenet och skrovet. Denna kraft ökar med hastighetsökning och bildar en sugkraft som “drar ner” fartyget, eller med andra ord ökar djupgåendet på fartyget. Kraften i fråga heter squateffekten. I finska farleder har man tillsatt djupmarginaler som skall ta squateffekten i beaktande i normala förhållanden, och med sådana farter som räcker till för manövreringen (Trafikledsverket, 2011) (Överstyrman, personlig kommunikation, 13.10.2021).

Djupmarginalen kan variera under olika sektioner i farledet, men den är i allmänhet runt 15-20% av leddjupgåendet i farleden. Den är i allmänhet större i farledens yttre delar där farten kan vara högre och vågorna större.

I hamnar är vattenområdet i normala fall mera skyddat och manövrerings farten lägre, vilket innebär att djupmarginalen kan vara mindre än i inseglingstrännan (ungefär 10% av leddjupgåendet).

Det finns dock en minimi-djupmarginal som skall vara minst 0,6 m i alla farleder (med undantag från båtleder och båttrutter). I båtleder och båttrutter varierar djupmarginalen mellan 0,2-0,6 meter beroende på leddjupgåendet. Skillnaden mellan leddjupet och ramat djup benämns som djupmarginalen och presenteras i *figur 4* ((Trafikledsverket, 2011).

BEGREPP MED ANKNYTNING TILL FARLESDJUP (Principschema)



Figur 4. Figuren beskriver de marginaler som finns i en farled i Finland och på Åland (Trafikledsverket, 2011)

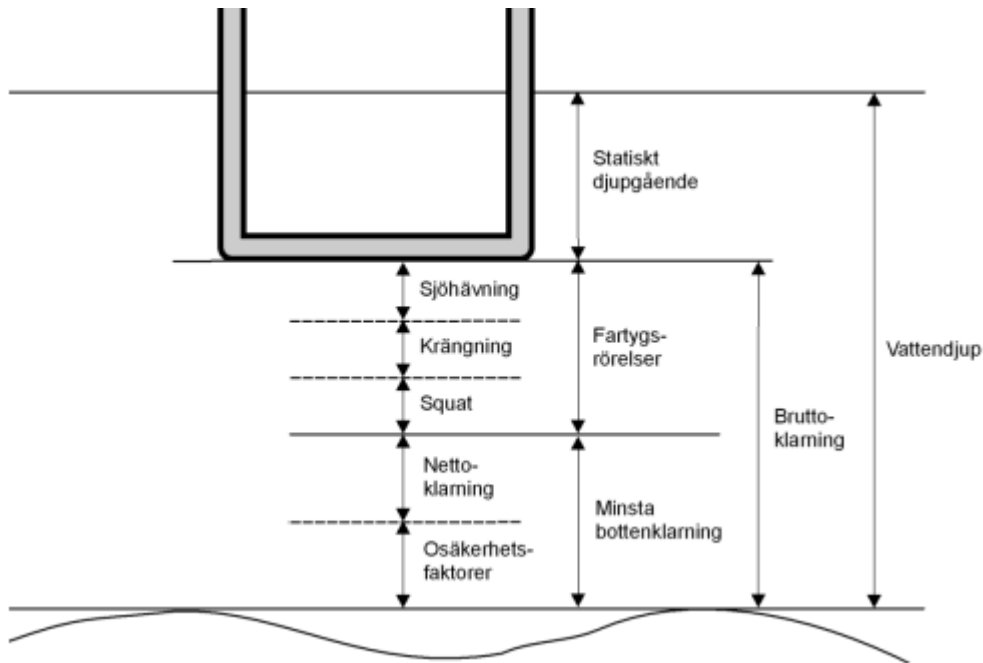
Leddjupgåendet och det ramade djupet beräknas från referensnivån som utgörs av medelvattnet eller N2000 systemet. *Mera om referensnivåer kan läsas i kapitel 2.5.* Därmed är det viktigt för sjöfararen att beakta det aktuella vattenståndet som en ökning eller minskning till farledens angivna ledjupgående. Man bör också beakta farledens avstånd till mareografen och eventuella osäkerheter i hur snabbt förändringar i vattenståndet sker. *Mera om mareografer i kapitel 2.6*

Leddjupgåendet innebär inte att ett fartyg med eget djupgående och beaktande av vattenståndet, under alla förhållanden eller med vilken fart som helst vore helt utan risk för en bottenkänning i farleden.

På liknande sätt kan det också vara möjligt att använda farleden med ett större djupgående än det leddjupgående som redovisats i farleden. Förutsättningen för att detta skall vara möjligt är bl.a att man kan försäkra sig om att fartyget kan ha en mindre djupmarginal eller fartygrörelse än vad leddjupgåendet är dimensionerat för. *Hänvisning till beräkning av fartygrörelser kapitel 2.4 (Trafikledsverket, 2011).*

2.3.2 Sveriges marginaler

I Sverige presenteras farledsdjupet i sjökortet som vattendjupet. Man räknar vattendjupet genom att summera fartygets statiska djupgående från konstruktionsfartyget, dess vertikala rörelse samt minsta bottenklarningen (bottenklarningen får inte vara mindre än 0,7 meter). Farledsdjupet som presenteras i sjökortet kan med andra ord vara det ramade djupet utan någon inräknad marginal *se figur 5 (Sjöfartsverket, 2019b).*



Figur 5. Sveriges marginaler (Sjöfartsverket, 2019b)

2.4 Beräkning av fartygets rörelser

Då man navigerar i farleder där man inte har ett färdigt angivet leddjupgående som t.ex i Sverige, eller när man vill navigera i farleder med ett djupgående som överskrider det rekommenderade leddjupgåendet, så kan man använda sig av specifika kalkylprogram som kan räkna ut de individuella fartygets rörelser. Med hjälp av detta kan man på så sätt säkerställa sig om vilken fart man inte får överskrida, eller ifall det alls är möjligt att framföra sin drift i såna farleder.

Dessa kalkylprogram varierar från fall till fall men innehåller bland annat: data om fartygets dimensioner/parametrar, det rammade djupet eller djupmätningens kvalitet, tilläggs marginaler för krängning och diverse faktorer från t.ex väderförhållanden och vattenståndet.

Exempel på en variant av detta kalkylprogram redovisas på Trafikledsverkets hemsida.

Figurer 6 och 7 redovisar hur detta programmet ser ut (Trafikledsverket, n.d.; trafikledsverket, n.d.) (Överstyrman, personlig kommunikation, 13.10.2021).

KALKYLERING AV SQUAT enligt Huuska-Icorels formeln

Obs. Endast gula fält ifylls!

Formel:
$$\frac{\Delta t_{\max}}{t} = C_o \frac{C_B b}{l_{pp}} \frac{F_{nh}^2}{\sqrt{1 - F_{nh}^2}}$$

(RIL 123, v. 1979, s. 210)

Fart v (kn)	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
Fart v (m/s)	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,7	6,2	6,7	7,2	7,7
Froude nummer F _{nh}	0,24	0,28	0,33	0,38	0,43	0,47	0,52	0,57	0,62	0,66	0,71
SQUAT (C _o = 1.7)	0,11	0,16	0,22	0,30	0,39	0,49	0,61	0,75	0,92	1,13	1,38
SQUAT (C _o = 2.0)	0,13	0,19	0,26	0,35	0,45	0,57	0,72	0,89	1,09	1,33	1,62
SQUAT (C _o = 2.4)	0,16	0,23	0,32	0,42	0,54	0,69	0,86	1,06	1,30	1,59	1,94

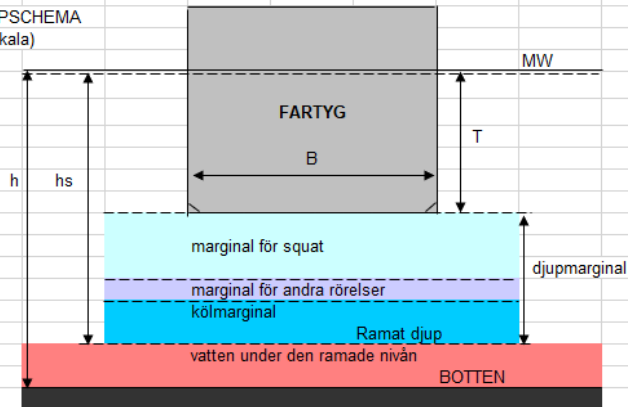
BASDATA

Fartygets bredd	27,0	m
Fartygets längd	180,0	m
Fyllighetskoefficient C _B	0,75	
B / L _{pp}	0,15	
Fartygets djupgående	10,0	m
Ramat djup	11,50	m
Vattendjup	12,0	m
Djupmarginal	1,5	m
- Kölmarginal *	0,5	m
- Marginal för andra rörelser**	0,2	m
- Marginal för squat	0,8	m

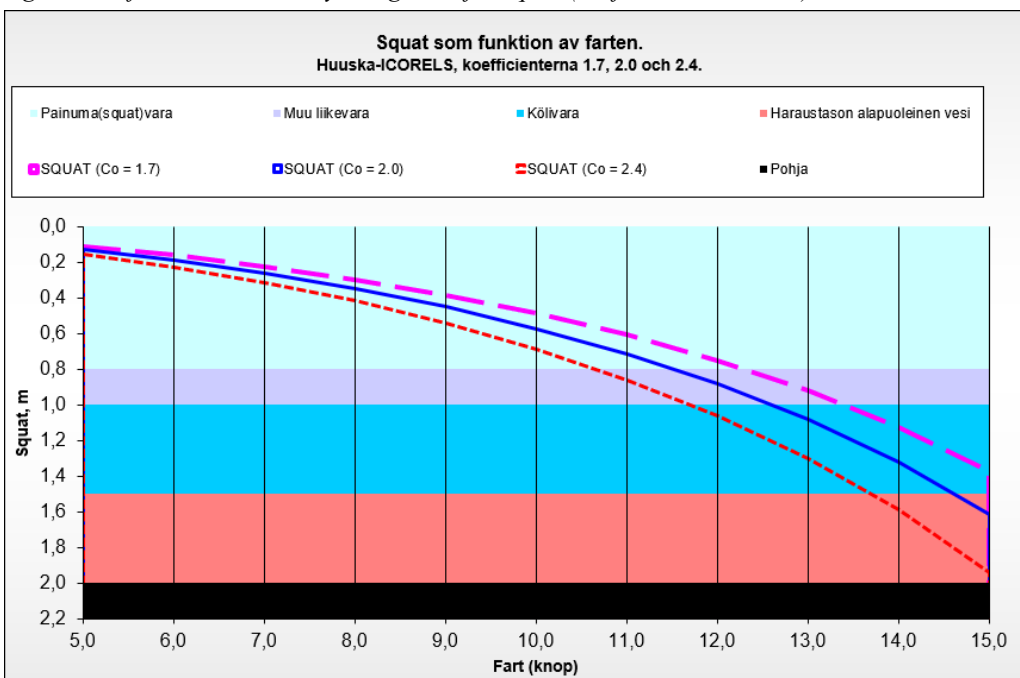
* Kölmarginalen i havsfarande är normalt 0,5 m.

** Marginalen för andra rörelser inbegriper sjöhävning, lutning etc. Måste bedömas från fall till fall.

PRINCIPSCHEMA (inte i skala)



Figur 6. Trafikledsverkets kalkyleringsblad för squat (Trafikledsverket, n.d.).



Figur 7. Tilläggsbild från kalkyleringsbladet (Trafikledsverket, n.d.).

2.5 Referensnivåer för sjökort och farleder

2.5.1 Medelvattnet (MSL)

Medelvattnet alternativt MSL (mean sea level) är en referenshöjd för djup som vi använder i sjökorten här i Finland, dock planerar man på att övergå till N2000-referensen under år 2021. Referenshöjden kallas också det teoretiska medelvattnet med förkortningen MW (mean water) på Finska Meteorologiska Institutets hemsida. I Östersjön baserar sig medelvattnet på en prognos som utgår från det långvariga vattenståndets variationer. Där tar man också i beaktande landhöjningen, havsnivåns globala höjning och förändringar i Östersjöns totala vattenmängd. På grund av dessa förändringar är medelvattnet inte konstant och ändras inte heller med samma nivå från år till år. Detta är en av följderna till att man måste uppdatera djupsiffrorna i nya sjökort här i Finland. Finska meteorologiska institutet ansvarar för bekräftelsen av det årliga medelvattnet i Finland (Ekman, 2005; *Teoretiska Medelvattnet - Meteorologiska Institutet*, n.d.).

2.5.2 N2000

Det nya referenssystemet N2000 som Finland skall övergå till och som Sverige redan har övergått till, baserar sig på att ha geoiden som referensnivå för vattendjupet. Detta system är planerat att omfatta hela Östersjön och bilda en enhetlig nollnivå där man låser fast vattendjupet till år 2000 pga landhöjningen. Men för att få en djupare bild av vad detta innebär så behöver vi först bekanta oss med de 3 grundläggande globala ytor som har med jorden att göra.

2.5.2.1 Jordellipsoiden

Jordellipsoiden är en matematisk definierad yta som beskriver jordens form i stort. Man använder den främst för positionsbestämningar men den implementeras också i höjdmättningsberäkningar.

Om man tänker att jorden enbart påverkades av gravitationen skulle formen på den vara så stort sett som ett klot. Men nu när jorden också roterar runt sin axel, och då jorden består till

största delen av en trögflytande massa. Blir den på så sätt avplattad vid polerna och formas till en ellipsoid. Jordens form är rätt ojämn, och därmed räcker inte Jordellipsoidens riktigt till för att beskriva den i större noggrannhet (Ekman, n.d., 2020; Fraczek, 2003).

2.5.2.2 Geoiden

Geoiden är den yta som överallt står vinkelrätt mot Jordens tyngdkrafter. Det är denna yta som är den nya referensnivån för N2000-systemet. På grund av den ojämna massan i Jordens inre, skiljer sig gravitationskraften också från plats till plats. På platser där vi har en större massa blir gravitationskraften större.

Alltså geoiden är inte jämn utan skiljer sig i höjded på grund av gravitationen. Detta innebär att geoiden och jordellipsoiden avviker sig från varandra, och denna avvikelse kan vara upp till en 100 meters höjdskillnad, *se Figur 8* (Ekman, 2020; Fraczek, 2003; *Geoiden*, n.d.).

Geoiden mäts i nutid med oerhört noggranna satelliter och med noggranna beräkningar på marken samt havet. Exempelvis med tvilling satelliterna Grace som går i samma omloppsbanan cirka 220 km från jorden. Avståndet mellan dessa två satelliter varierar på grund av jordens gravitation.

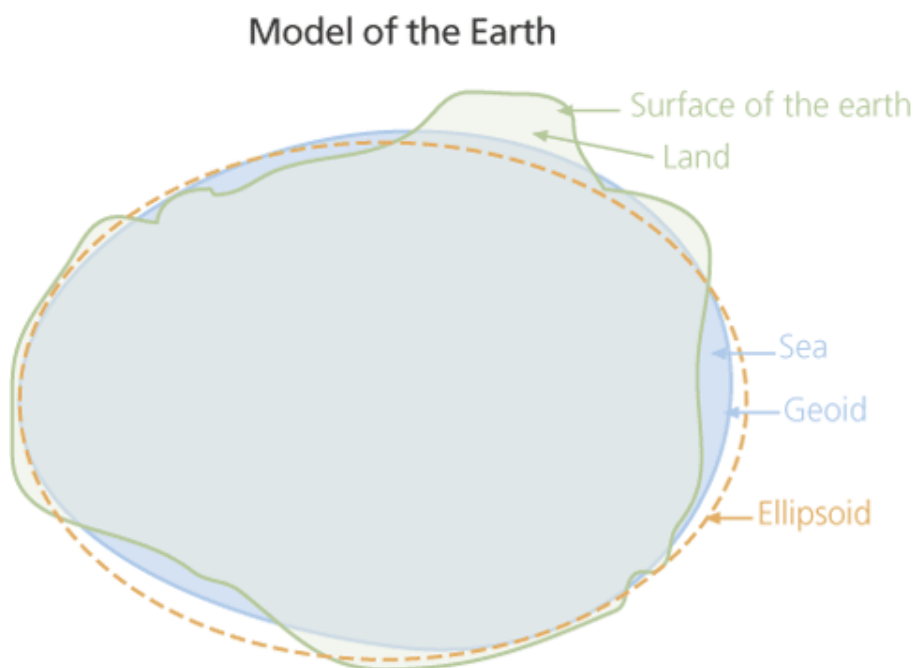
Då satelliten som går före i omloppsbanan går in i ett område med större gravitationskraft, dras den ifrån den som följer efter. Detta sker pga att gravitationskraften ger en ökad fart åt satelliterna. Man mäter sedan skillnaderna på avståndet mellan satelliterna, och med dessa värden har man räknat ut skillnaden i gravitationen på de platser som satelliterna har täckt. Med hjälp av liknande mätningar har vi fått en detaljerad bild av geoidens höjd över jordellipsoiden över hela jorden (*GRACE Fact Sheet, 2004*).

2.5.2.3 Medelhavsytan eller medelvattenytan

Medelhavsytan (MSL mean sea level) är medelnivån på världshavens yta. Dock baserar sig N2000 systemet enbart på medelvattenytan i Östersjön som inte har någon inverkan på tidvatten, gentemot andra delar av världen. *Mera om medelvattenytan finns i kapitel 2.5.1 medelvattnet.*

Före man hade möjligt att få ut data på hur geoiden såg ut, antog man att den hade samma form som MSL-nivån (Mean sea level). Dock har man nu märkt att geoiden och MSL kan skilja sig upp till omkring en meter.

Denna avvikelse beror på olikheter i vattnets temperatur och salthalten samt andra fenomen. Salthalten påverkar vattnets densitet, där en hög densitet innebär en mindre volym och därmed en lägre medelhavsytta. I Östersjön där vi har bräckt vatten (som innebär en större volym) skiljer sig MSL och geoiden från varandra med några decimeter (Ekman, 2020; Fraczek, 2003) (*Martin Ekman, personlig kommunikation, 13.10.2021*).



Figur 8. Bilden visar hur ellipsoiden och geoiden förhåller sig till varandra, geoiden och msl är medräknat i varandra (Fraczek, 2003)

2.5.2.4 Hur man kan få ut höjden över geoiden

Vi kan bestämma vår position på jorden med hjälp av satelliter (GPS/GNSS). Dessa positioner ges i latitud, longitud och höjd över jordellipsoiden. Latitud och longitud används för positionsbestämning på jordellipsoiden, vilket är det man vill. Dock har vi som

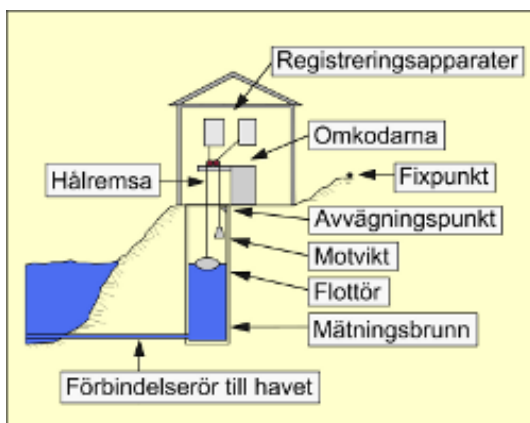
navigatörer inte så mycket nytta av höjden över jordellipsoiden på vår position, då vi sällan befinner oss på den.

När man nu vill ha geoiden som referensnivå i det nya N2000 höjdsystemet. så har man börjat förse dagens satelliter med data på variationerna mellan höjden över geoiden och jordellipsoiden. Detta betyder att satellitmottagare som är försedda med denna data, kan ge höjden över geoiden på land med en osäkerhet på bara någon centimeter.

För fartyg kan höjden över geoiden bestämmas på samma sätt med den GPS/GNSS-utrustningen som finns ombord. Dock är denna höjd inte lika noggrann som på land, då den kan skilja sig med lite mindre än en decimeter, men detta är ändå en fullt tillräcklig höjdreferens för navigatörens behov (Ekman, 2020).

2.6 Mätning av det aktuella vattenståndet

I Finland finns det 14 stycken stationer (mareografer) som mäter det dagliga vattenståndet som presenteras i realtid på Finska meteorologiska institutets hemsida. Mareograferna befinner sig tillräckligt nära varandra så att vattenståndets variationer kan beräknas relativt noggrant längs hela finska kusten. Dessa stationer har ett förbindelserör som går från havet till en mätning brunn, där ett flottör mäter höjden på vattennivån ostört från vindar och vågor. Flottören stiger och sjunker till förhållandet av vattenytans förändringar. Flottörens rörelse förmedlas sedan observationerna i realtid till automatiska lagrinsapparaturer. Dessa värden räknas också ihop till det årliga medelvattnets referensnivå, *se figur 9 (Mareografen, n.d.)*.



Figur 9, Skiss på hur mareografen är uppbyggd (Mareografen, n.d.)

2.7 Sjömätning

Den som ansvarar över sjömätningar och sjömtättningsarbeten kan utföra sådana arbeten med t.ex ramning, multibeammätningar eller annan mätning såsom laserbatymetri.

Multibeammätningar och laserbatymetrimätning baserar sig på samma mätningsteknik.

Skillnaden mellan de två metoderna är att multibeammätningar görs under vattenytan med ett fartyg eller liknande farkost, medan laserbatymetri görs med en flygfarkost som sveper området i luften (Sjöfartsverket, 2013) .

Multibeammätningar baserar sin noggrannhet av ett medeltal på 1 kvadratmeters områden medan laserbatymetri på 5 kvadratmeter (Sjöfartsverket, 2013). Laserbatymetrimätning används dock sällan i Finland, och därmed kommer detta arbete inte att gå in på något djupare vatten om detta system.

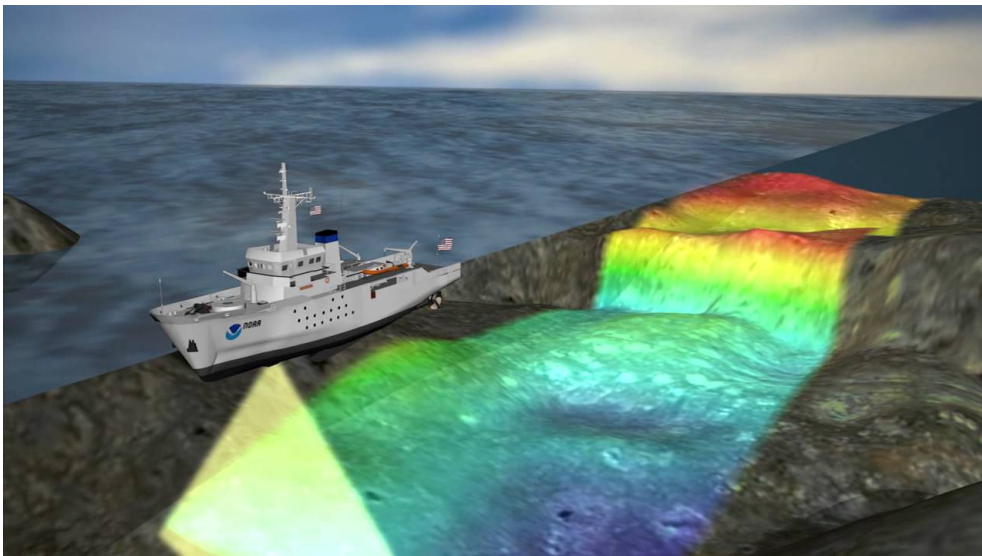
2.7.1 Multibeam

Multibeammätning görs med ett avancerat ekolod som man monterar fast på olika sätt under vattenytan på ett mätningfartyg. Man kan även dra anordningen under vattnet vid djupare områden för att förkorta avståndet mellan ekolodet och sjöbotten.

Ekolodet skickar en ljudpuls till havets botten som reflekteras tillbaka till mottagningspunkten på sensorn. Tiden som det tar för ljudpulsens att returnera avgör hur långt borta objektet eller sjöbotten är. Denna data samlas upp i ett avancerat dataprogram som gör en 3D-på hur sjöbotten ser ut. Man har olika färgnyanser som anger djupet på området som mäts t.ex rött på grundare botten områden *se figur 10 (How Multibeam Sonar Works, n.d.)*.

För att mätningen skall bli precis så måste fartygets fart anpassas till tiden det tar för ekolodets givare ljudpuls att returneras på diverse djup. Lugnt vatten är det mest optimala för att mätningen skall bli lyckad, men dataprogrammet kan även räkna bort en del av fartygets rullningar eller stampningar. Ljudpulsens takt är också begränsad till fart av ljud i vattnet.

Farten av ljud varierar på vattnets densitet vilket är beroende på salthalten och temperaturen på vattnet. Ljudpulsens bana kan också böjas p.g.a refraktion som förorsakas av varierande densitet på olika djup. För att korrigera fartförändringarna och böjningarna, måste man med jämna mellanrum mäta havsvattnet med en ljudhastighetsprofil som man sänker ner till havets botten på det aktuella området. Värden man får matas in i datorprogrammet som sedan beaktas in i mätningen. Man måste också ange det aktuella vattenståndet i dataprogrammet (*How Multibeam Sonar Works*, n.d.).



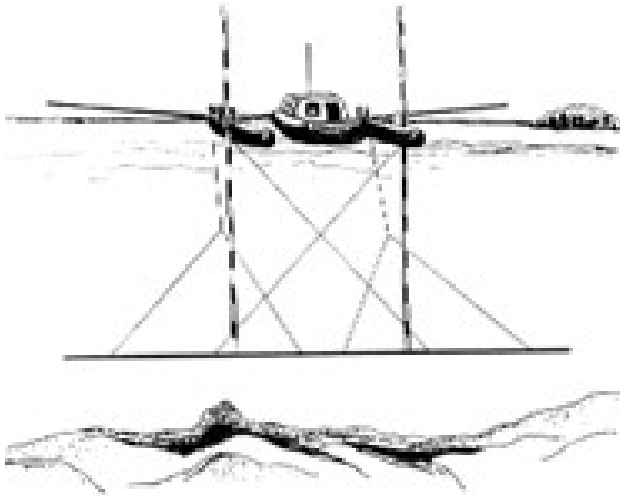
Figur. 10 Bild som visar hur ett Multibeam-ekolod fungerar (US Department of Commerce, National Oceanic & Atmospheric Administration, n.d.)

2.7.2 Ramning

Ramning är en sjömättningsmetod där man firar ner en ramstock eller en pejlräm i vattnet under mätningssartyget. Man ställer in ett visst avstånd mellan ramstocken och vattennivån enligt det djup man vill försäkra sig om, och kör sakta framåt på det området man vill göra sjömätningen på. Eventuella kontakter som bommen kan få med sjöbotten registreras i ett specificerad mättningsprogram, och man kan på så sätt säkerställa det minsta djupet inom området *se figur 11 (Liikennevirasto, n.d.; Ramning, n.d.)*.

Förutsättningen för att detta skall lyckas är att man har en exakt positionering på var man befinner sig under hela undersökningen. Det räcker inte enbart med en rå GPS-position utan man rekommenderar användning av en ett system som kan ta positionsbestämning med hjälp

av en landstation, dvs ett DGPS (Differential GPS) eller liknande mätningssystem som kan motsvara samma noggrannhet. Metodens användbarhet är också väldigt beroende på väderförhållanden. Varieringar i vattenståndet skall under hela mätningen beaktas, och man bör enligt behov ändra på ramstockens djup enligt den (Liikennevirasto, n.d.).



*Figur 11. Skiss som visar hur ramning kan se ut
(Ramning, n.d.)*

3 METOD

Som metod i mitt arbete har jag ägnat en stor del av tiden till litteraturstudier. De texter som arbetet innefattar är bl.a texter från Martin Ekmans böcker och litteraturer, litteratur från Finska meteorologiska institutets hemsida, Traficoms föreskrifter och anvisningar som gäller farledshållningen och trafikledsverket bilagor, utskrifter från transportstyrelsen i Sverige, samt andra artiklar och bilagor som har varit viktiga för arbetet.

Mina intervjuer/diskussioner består av:

Några diskussioner med Martin Ekman som är föreläsare, geodet och författare. I diskussionerna med Ekman har vi gått igenom bl.a det nya referenssystemet N2000 och medelvattnet (MSL), landhöjningens inverkan på vattenytan. samt genomgång och rättelser av mina egna texter och tolkningar i dessa områden.

En diskussion med Ian Bergström som är projektchef inom infrastrukturavdelningen på Ålands Landskapsregering, och som har varit en av nyckelpersonerna i Adapt projektet. I diskussionen med Bergström har vi gått igenom Adapt projektet och hur man gjort sjömätningar där, vi har också diskuterat samarbetet mellan Finland och Åland angående farleder och farledsklasser mm.

En diskussion med en överstyrman som jobbar på ett lastfartyg. Diskussionen har omfattat kalkylprogram för squat och hur dom säkerställer sina djupmarginaler på deras fartyg.

3.1 Forskningsetiska principer

Der finns fyra huvudkrav för Forskningsetiska principer vilka är: informationskravet, nyttjandekravet, konfidentialitetskravet och samtyckeskravet.

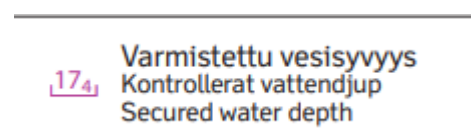
Informationskravet innebär att forskaren skall informera de berörda om det aktuella arbetets syfte. Nyttjandekravet innebär att uppgifter insamlade om enskilda personer endast får användas för forskningsändamål. Konfidentialitetskravet innebär att uppgifter om alla i en

undersökning skall ges möjlighet att vara anonyma. Samtyckeskravet innebär att deltagaren i en undersökning har rätt att själva bestämma över sin medverkan. Samtliga interjuvade personer har fått möjligheten att ta ställning till dessa (Vetenskapsrådet, 2002).

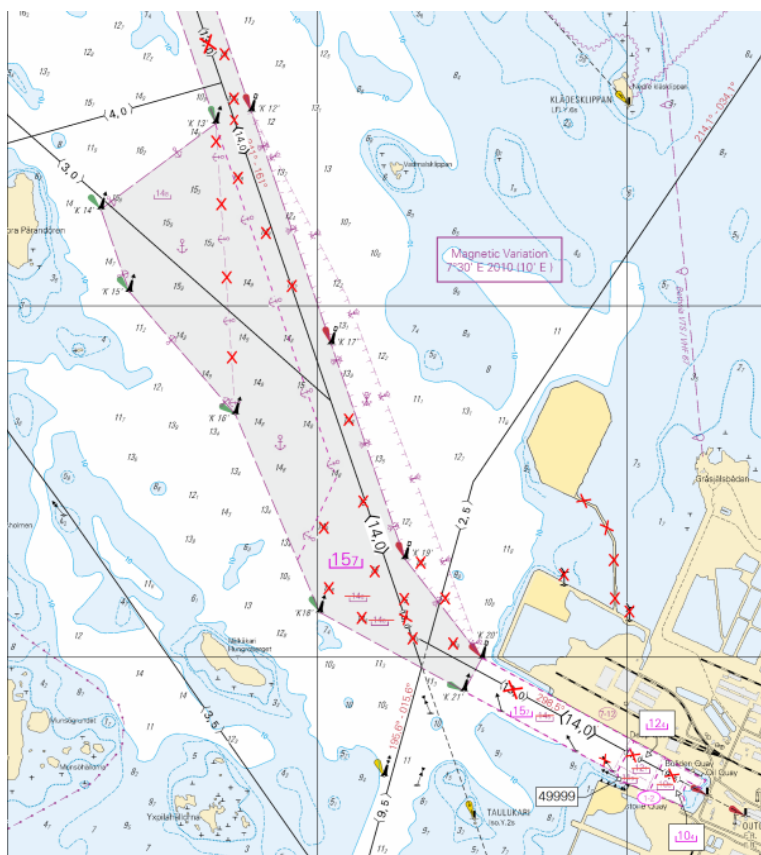
4 RESULTAT

4.1 Hur skiljer sig farledsmarginaler mellan Finland och Sverige?

Djupmarginalernas presentation skiljer sig mellan Finland och Sverige från varandra. Man har valt att presentera ett leddjupgående i Finland som har de inräknade marginalerna i sig, medan i Sverige presenteras djupet i sjökortet med det utmätta vattendjupet som finns tillgängligt. Farledsplaneringen och dimensioneringen för farleder fungerar dock på samma sätt i de två länderna. Det ramade djupet är det garanterade djupet som farledet är uppmätt till. Man kan utgå från den ifall man vill navigera på ett område där sitt eget djupgående överskrider leddjupgåendet, eller i svenska vattenområden som är försedda med det. För att detta skall vara möjligt måste man kunna försäkra sig om hur mycket fartygsrörelser inverkar på sitt eget fartyg *se figur 12 och 13 (Sjöfartsverket, 2019b; Trafikledsverket, 2011)* .



Figur 12. Bilden presenterar hur ramat djup symboliseras i sjökortet (Traficom, n.d.)



Figur 13. Karleby hamn 14 meters farledsdjup med 15,7 meter ramat djup (Traficom, 27 30.9.2020)

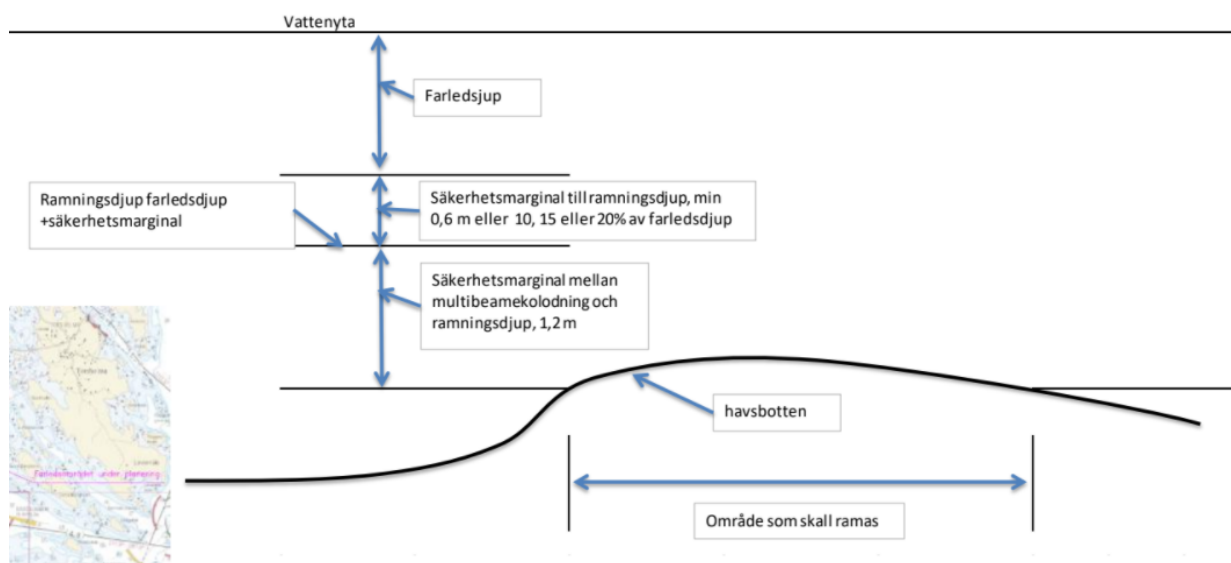
4.1.1 Adapt och Ålands landskapsregering

Följande baserar sig på en intervju med Ian Bergström som jobbar vid Ålands landskapsregering, och som har varit delaktig i Adapt-projektet. Projektets syfte har varit att förbättra sjötrafikens rutter i Stockholms och i den åländska skärgården, och detta har man gjort med hjälp av farledsförkortningar och nya sjömätningar för att identifiera faror.

Sjömätningen har gjorts till största del med multibeammätningar, men på områden där säkerhetsmarginalen överskreds ramade man platsen. Orsaken till att man hade en säkerhetsmarginal är för att multibeam-systemet anger ett medelvärde på skillnaden av djupet på en kvadratmeter. Det betyder att det kan finna objekt på havsbotten som sticker upp, och kan vara en fara för sjöfararen fast man har gjort en noggrann multibeammätning (Linn Gardell, Ian Bergström, Indrek Pöldma, David Modig, 2019).

Exempel på hur man har gjort med säkerhetsmarginaler på Åland:

Säkerhetsmarginalen man valt att använda är 1,2m + marginalen till ramningsdjup som är minst 0,6 m eller 10-20% av farledsdjupet. Det vill säga att om farledsdjupet är gjort för 4 meter, så har man behövt göra en ramning på områden där multibeamsmätningen underskridit 5,8 meter ($4m+0,6m+1,2m$) se figur 14.



Figur 14 Säkerhetsmarginal enligt adapt (Linn Gardell, Ian Bergström, Indrek Pöldma, David Modig, 2019)

4.2 Vad innebär det nya referenssystemet N2000?

N2000 som också heter Baltic Sea Chart Datum 2000-systemet (BSCD2000) är ett relativt nytt höjdsystem, som skall omfatta hela Östersjön och bildar en enhetlig nollnivå som man använder i landets egna sjöar och geografiska mätningar. De flesta länder har ett eget namn för systemet, exempelvis i Finland heter systemet N2000, i Sverige RH2000 och i Norge NN2000 o.s.v.

N2000 systemet har geoiden som referensnivå och den förblir densamma, medan medelvattnet måste korrigeras från år till år. Avsikten med ändringen till N2000-systemet är att farleder och sjökorten skall bli noggrannare, tidsenliga, mera enhetliga till varandra, samt anpassade till satelliter och GNSS-system, så att man som navigatör kan få ut samma sjökort information oberoende på var man befinner sig i Östersjön.

För att få en enhetlig referensnivå har man utgått från att ha en nollpunkt som heter Normal Amsterdam Peil (förkortat till NAP). Denna punkt befinner sig i Nederländerna. Referensnivån går på så sätt igenom NAP-punkten. Man har också valt att låsa fast vattendjupet från år 2000 i Östersjön pga landhöjningen (Ekman, 2020; *The Baltic Sea Chart Datum 2000 (BSCD2000) -Implementation of a Common Reference Level in the Baltic Sea*, 2020) (Martin Ekman, personlig kommunikation, 13.10.2021).

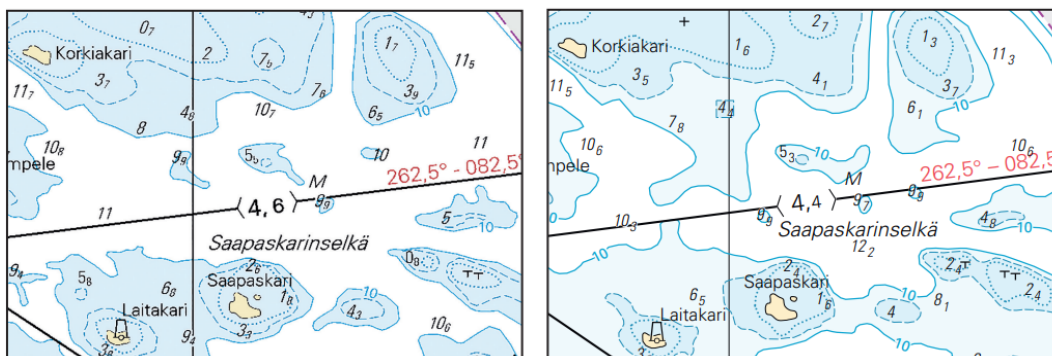
4.2.1 Förändringar i sjökort

På sjökort med MSL-referensnivån varierar djupsiffrornas noggrannhet med varandra, då de har referensnivåer från olika årtal. Med N2000-systemet förändras nu alla djupsiffror så att de stämmer överens med varandra. Djupsiffrorna kommer att ändras till en del och djupkurvornas former kommer att förändras lite. Man lägger också till djup från nya sjömätningar samt tillägger mera djupkurvor för 15 meter i N2000-sjökorten.

Exempel på hur dessa skillnader ser ut syns på *figur 15*. Vänster bild går efter MSL-referensnivån medan höger bild är med N2000-referensen (Traficom, 2021a, 2021d).

Keskivesikartta / Karta över medelvattenstånd / Mean sea level chart

N2000-merikartta / N2000-sjökort / N2000 chart



Figur 15. Skillnad mellan sjökort med MSL referensen och N2000 referensen (Traficom, 2021a)

För att veta vilken referenshöjd som sjökortet har finns det en beskrivning i vänsterkant av sjökortet med antingen MSL eller BSCD (N2000) som text. Figur 16 och 17 visar exempel på dessa texter. På finska sjökort som saknar denna beskrivning utgår man från att MSL är referenshöjden.



Figur 16. Bilden visar hur sjökort med N2000-referenshöjden är märkta (Traficom, 2021a).

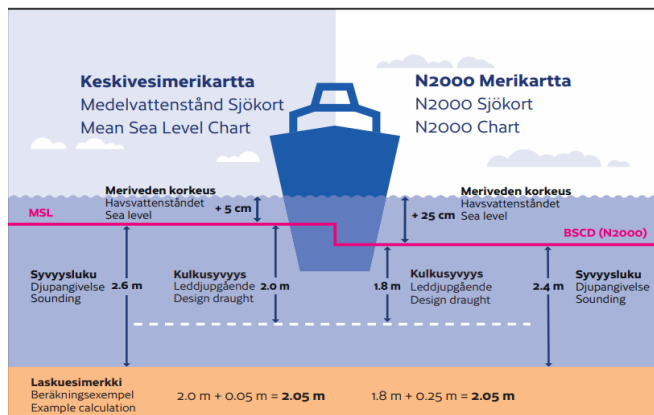


Figur 17. Bild visar hur sjökort med MSL-referenshöjden är märkta (egen bild av sjökort från navigationssimulatoren vid Högskolan på Åland 24.09.2021)

4.2.2 Havsvattenståndet

När vi går över till N2000-referensen är det kanske lite skrämmande att se på djupsiffrorna då de kan vara lite mindre i de nya sjökorten, gentemot gamla sjökort. Men i själva verket kommer det verkliga djupet inte att förändra sig. Däremot blir korrigeringen för havsvattenståndet lite annorlunda. Som figur 18 visar med räkneexempel och bildbeskrivning, kan det t.ex vara så att havsvattenståndet för N2000-sjökort skall adderas

med 25 cm till djupangivelserna för att komma till det aktuella djupet. Med MSL-sjökort adderas 5 cm för att komma till samma djup (Traficom, 2021a).



Figur 18. Figuren beskriver skillnaden i havsvattenståndet mellan MSL och N2000 (Traficom, 2021a)

Man kan lägga märke till att det finns skillnader i vattenståndet mellan MSL och N2000 beroende på var man befinner sig i landet. Det beror på att man räknar in landhöjningen i vattenståndet i N2000-systemet, medan man i medelvattnet (MSL) räknar in landhöjningen i de årliga korrigeringarna.

Landhöjningen är inte jämn utan är som störst i Norra Kvarkenområdet. Det är orsaken varför skillnaden mellan MSL-referensen och N2000-referensen inte är konstant eller lika runt om i landet.

Ytterligare ett exempel: I *figur 19* är Medelvattnet -32 cm och N2000 -11 i Borgåområdet, en skillnad på 21 cm. Och i Kemi är medelvattnet -32 cm och N2000 -23, en skillnad på 9 cm. Alltså skillnaden mellan referenshöjderna är mindre ju längre norrut i detta fall.

Med detta kan man också se att vattenståndet i N2000 kommer efter en tid att passera och bli lägre i förhållande till medelvattnet, då landhöjningen ännu stiger i flera tusen år framåt (*Vattenståndet - Meteorologiska Institutet, n.d.*).

Havsvattenståndet på mätstationerna

Observation (kl. 14.38)	Medelvattnet (cm)	N2000 (cm)
Kemi	-32	-23
Uleåborg	-34	-25
Brahestad	-34	-26
Jakobstad	-31	-24
Vasa	-29	-21
Kaskö	-28	-18
Björneborg	-28	-16
Raumo	-26	-14
Åbo	-26	-11
Föglö	-24	-13
Hangö	-25	-8
Helsingfors	-31	-10
Borgå	-32	-11
Fredrikshamn	-36	-15

Figur 19. Det aktuella vattenståndet för MSL och N2000 under dagen den 20 september 2021 (Vattenståndet - Meteorologiska Institutet, n.d.)

4.2.3 Förändring av termen leddjupgående i Finland

Enligt Traficom har man ersatt termen leddjupgående med termen dimensionerat djupgående den 15.11.2021 och kommer med en ny anvisning som skall ersätta anvisningen “Principerna för redovisning och tillämpning av leddjupgåendet (4955/1021/2011)”. Ändringen sker då man anser att det nuvarande sättet att ange farledsinformationen är svårtolkat, man vill därmed förenkla systemet. Det nya angivelsesättet är också närmare den internationella praxisen som används i andra länder (*Ny Anvisning Om Sättet Att Redovisa Leddjupgåendet I Farlederna Träder I Kraft 15.11.2021*, n.d.; Traficom, 2021c).

5 DISKUSSION

Under arbetets gång har jag ägnat mycket tid till litteraturstudier om det nya referenssystemet N2000. Det som var speciellt svårt att begripa var hur landhöjningen skulle beaktas då referenshöjden fixeras till ett visst årtal. Men när det klickade att landhöjningen beaktas till vattenståndet blev allt lite klarare. Jag tycker att förändringen till det nya N2000-systemet är ett bra koncept. Det blir förstås lite mera grundläggande information som navigatören behöver ha kunskaper om, då medelvattenreferensen (MSL) fortsätter att vara relevant utanför Östersjön. Det som kan benämnas som ett minus är att övergångsfasen till N2000 har gjort att Traficom väntar lite för länge med uppdatering av vissa sjökort, då man vill uppdatera sjökorten till den nya referensnivån på samma gång.

Under utförandet av detta arbete har det kommit en ny ändring av termen leddjupgående som ändras till termen dimensionerat djupgående. Mitt arbete handlar en del om den gamla termen leddjupgående och därmed kan vissa benämningar vara föråldrade, men för att få ett färdigt arbete så har jag låtit dessa texter vara oförändrade. Det kunde eventuellt vara något som man kunde göra en fördjupning på, då begreppet dimensionerat djupgående täcker ett brett område om farledens planering.

KÄLLOR

Ekman, M. (n.d.). A.2.2 Jordelipsoiden och gradnätet. In M. Ekman (Ed.), *Var är vi och vart ska vi?*

Ekman, Martin.

Ekman, M. (2005). *Tidvatten Och Vindvatten*.

Ekman, M. (2020). Ny referensnivå i Östersjön för djup i sjökort och vattenstånd- en kort förklaring.

In *Tidvatten Och Vindvatten*.

Fraczek, W. (2003). *Mean Sea Level, GPS, and the Geoid*.

<https://www.esri.com/news/arcuser/0703/geoid1of3.html>

Geoiden. (n.d.). Lantmäteriet. Retrieved May 14, 2021, from

<https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/gps-geodesi-och-swepos/Referenssystem/Geoiden/>

GRACE Fact Sheet. (2004). <https://earthobservatory.nasa.gov/features/GRACE/page4.php>

How Multibeam Sonar Works. (n.d.). National Oceanic And Atmospheric Administration (noaa).

Retrieved September 28, 2021, from

<https://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/09bermuda/background/multibeam/multibeam.html>

IMO (International Maritime Organisation). (2002). *SOLAS CHAPTER V SAFETY OF NAVIGATION*.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/343175/solas_v_on_safety_of_navigation.pdf

Liikennevirasto. (n.d.). *Vesiväylätutkimusten yleisohjeet*. Retrieved October 27, 2021, from

https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2013-18_vesivaylatutkimusten_yleisohjeet_web.pdf

Linn Gardell, Ian Bergström, Indrek Pöldma, David Modig. (2019). *ADAPT slutrapport*.

https://www.sjofartsverket.se/globalassets/sjokort-och-sjogeografi/adapt_report_d.t3.5.1_with-appendices.pdf

Mareografen. (n.d.). Meteorologiska Institutet. Retrieved May 13, 2021, from

<https://sv.ilmatieteenlaitos.fi/mareografen>

Ny anvisning om sättet att redovisa leddjupgåendet i farlederna träder i kraft 15.11.2021. (n.d.).

Traficom. Retrieved November 20, 2021, from

<https://www.traficom.fi/sv/aktuellt/ny-anvisning-om-sattet-att-redovisa-leddjupgaendet-i-farlederna-trader-i-kraft-15112021>

PIANC. (n.d.). PIANC. Retrieved October 22, 2021, from <https://www.pianc.org/about>

Pianc Norge. (2016, February 5). About Pianc Norway. <http://pianc.no/about/?lang=en>

Ramning. (n.d.). Dykarna (Divers Community Scandinavia). Retrieved October 26, 2021, from

https://www.dykarna.nu/lexicon/ramning_1114.html

Regler för sjöfart transportstyrelsen. (n.d.). Transportstyrelsen. Retrieved November 23, 2021, from

<https://www.transportstyrelsen.se/sv/Regler/Regler-for-sjofart/>

Sjöfartsverket. (n.d.). *djupinformationens kvalitet.* Kartvisare Fyren. Retrieved October 27, 2021,

from <https://geokatalog.sjofartsverket.se/kartvisarefyren/>

Sjöfartsverket. (2013). *Sjömätning för nautisk kartering.*

https://geoforum.se/images/stories/seminarier/presentationer/2013/en_dag_pa_djupet2013-olsson.pdf

Sjöfartsverket. (2016). *underrättelser för sjöfarare* (Ufs-A-2016-17).

<http://www.msmina.se/se/files/2015/02/Ufs-A-2016-17-web.pdf>

Sjöfartsverket. (2019a). *Transportstyrelsens rekommendationer för utformning av farleder.*

<https://www.sjofartsverket.se/globalassets/tss-2019-2204-rekommendation-for-utformning-av-farleder-190529.pdf>

Sjöfartsverket. (2019b). *Transportstyrelsens rekommendationer för utformning av farleder.*

<https://www.sjofartsverket.se/globalassets/tss-2019-2204-rekommendation-for-utformning-av-farleder-190529.pdf>

Sjögeografisk information. (2020, March 26). Traficom.

<https://www.traficom.fi/sv/statistik-och-publikationer/geoinformationsmaterial/sjogeografisk-information>

Teoretiska medelvattnet - Meteorologiska institutet. (n.d.). Meteorologiska Institutet. Retrieved November 20, 2021, from <https://sv.ilmatieteelaitos.fi/teoretiska-medelvattnet>

The Baltic Sea Chart Datum 2000 (BSCD2000) -Implementation of a common reference level in the Baltic Sea. (2020, May 31). International Hydrographic Organisation (IHO).
<https://ihr.iho.int/articles/the-baltic-sea-chart-datum-2000-bscd2000-implementation-of-a-common-reference-level-in-the-baltic-sea/>

Traficom. (n.d.). *Merkkien selitys Teckenförklaring Legend.* Retrieved July 10, 2021, from https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/merkkienselitys_2011.pdf

Traficom. (27 30.9.2020). *Kartta 117 . Karleby Farleder. Farledsområden.*
https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/kartta_117.pdf

Traficom. (2019). *Underhåll av allmänna farleder 2019.*
https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/regulation/Yleisten_kulkuvaylien_yllapito_SV.pdf

Traficom. (2021a). *Merikartat, sjökort 2021.*
https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Merikartat_net.pdf

Traficom. (2021b). *Underhåll av allmänna farleder 2021.* Traficom.
https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Yleisten_kulkuv%C3%A4ylien_yll%C3%A4pito_ohje_valmis_20200522_SV.pdf

Traficom. (2021c, June 23). *Anvisningen för tillämpning av leddjupgående i farlederna och angivelsemetoden för farledsdjupet på sjökorten uppdateras vid årsskiftet.* Traficom.
<https://www.traficom.fi/sv/aktuellt/anvisningen-tillampning-av-leddjupgaende-i-farlederna-och-angivelsemetoden-farledsdjupet>

Traficom. (2021d, September 23). *Farleds- och sjökortsreformen N2000 – säkerhet och effektivitet.*
<https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Farleds-%20och%20sj%C3%B6kortsreformen%20N2000%20presentation.pdf>

Traficom karttjänst oskari. (n.d.). Traficom. Retrieved November 21, 2021, from

<https://julkinen.traficom.fi/oskari/?lang=sv>

trafikledsverket. (n.d.). *Användningsinstruktioner för squat-kalkyleringsprogrammet.*

https://julkaisut.vayla.fi/pdf5/squat-ohje_netiversio_sv.pdf

Trafikledsverket. (n.d.). *kalkyleringsprogram för squat.*

https://julkaisut.vayla.fi/pdf5/squat_laskentaohjelma_sv.xls

Trafikledsverket. (2011). *Principerna för redovisning och tillämpning av leddjupgåendet.*

https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Kulkusyvyyskaytanto_sv.pdf

Trafikledsverket. (2020). *Farledskort Karlebyleden 14m.*

[https://vayla.fi/documents/25230764/35616171/Karleby+13+m+\(ldg\)2.pdf/956ec9a2-0db5-420b-948a-9234d72c89a9/Karleby+13+m+\(ldg\)2.pdf?t=1613473548965](https://vayla.fi/documents/25230764/35616171/Karleby+13+m+(ldg)2.pdf/956ec9a2-0db5-420b-948a-9234d72c89a9/Karleby+13+m+(ldg)2.pdf?t=1613473548965)

Transportstyrelsen. (n.d.). Farleder Och Hamnar. Retrieved November 23, 2021, from

<https://www.transportstyrelsen.se/sv/sjofart/Sjotrafik-och-hamnar/Farleder/>

US Department of Commerce, National Oceanic, & Atmospheric Administration. (n.d.). *Multibeam*

Sonar. Retrieved September 28, 2021, from

<https://oceanexplorer.noaa.gov/technology/sonar/multibeam.html>

Vattenståndet - Meteorologiska institutet. (n.d.). Meteorologiska Institutet. Retrieved September 20,

2021, from <https://sv.ilmatieteenlaitos.fi/vattenstandet>

Vetenskapsrådet. (2002). *Forskningsetiska principer 2002.pdf.*

https://www.vr.se/download/18.68c009f71769c7698a41df/1610103120390/Forskningsetiska_principer_VR_2002.pdf