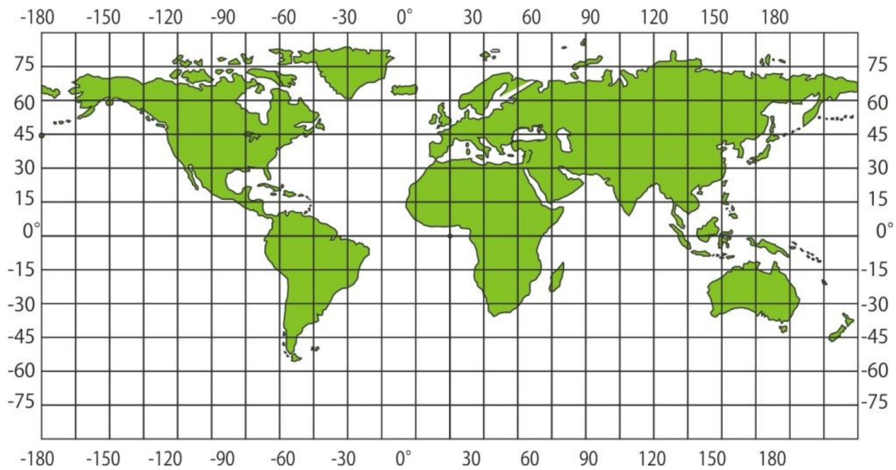
2. ЦИЛИНДРИЧНЕ КАРТОГРАФСКЕ ПРОЈЕКЦИЈЕ

Код **цилиндричних пројекција** Земљина површ се пресликава на омотач замишљеног цилиндра, који Земљину лопту (глобус) додирује по великој кружници (**додирна пројекција**) или је сече по два алмукантарата (**секућа пројекција**). У зависности од међусобног положаја Земљине осе и осе цилиндра разликују се три облика цилиндричних картографских мрежа: **нормалне, попречне** и **косе**.Нормалне цилиндричне пројекције су оне код којих се оса цилиндра поклапа са Земљином осом, а омотач цилиндра додирује Земљину лопту по екватору (или је сече по две паралеле); попречне – оне код којих оса цилиндра лежи у равни екватора, а омотач цилиндра додирује Земљину лопту по једном од меридијана; косе – оне код којих је оса цилиндра накошена према Земљиној оси, а омотач цилиндра додирује Земљину лопту по великој кружници нормалној на осу цилиндра.

Када се географска координатна мрежа преслика на омотач цилиндра и он расече дуж једне изводнице и развије у раван добија се најједноставнија картографска мрежа коју чине међусобно нормалне праве линије. Код свих нормалних цилиндричних пројекција све паралеле (чији се обими смањују ка половима) исте су дужине као и екватор па је дужина меридијана главно обележје за препознавање цилиндричне пројекције. Код најстарије цилиндричне пројекције меридијани су исте дужине као и на глобусу, а два суседна меридијана и две суседне паралеле картографске мреже образују квадрате те отуда назив – **квадратна пројекција** (сл. 1).



Слика 1. – Нема карта света у нормалној додирној цилиндричној пројекцији

Меркаторова картографска пројекција

С обзиром да се на карти мења линијски размер од тачке до тачке, а у једној истој тачки по различитим правцима, то се при одређивању линијског размера у датој тачки мора назначити и правац. Код квадратне пројекције линијски размер правцем паралела ($\mu_п$) одређује се према формули,

$$\mu_p = \frac{dy}{r \cdot \cos\varphi \cdot d\lambda} = \frac{r \cdot d\lambda}{r \cdot \cos\varphi \cdot d\lambda} = \frac{1}{\cos\varphi},$$

тј. једнак је количнику бесконачно мале дужи пресликане паралеле и њој одговарајућег бесконачно малог лука паралеле на глобусу. На исти начин, линијски размер правцем меридијана добија се према формули:

$$\mu_m = \frac{dx}{r \cdot d\varphi} = \frac{r \cdot d\varphi}{r \cdot d\varphi} = 1,$$

што значи да је квадратна пројекција **еквидистантна** правцем меридијана. Удаљавањем од екватора деформације правцем паралела расту тако да на φ =90° постају бесконачно велике (полови који су тачке приказују се у квадратној пројекцији као дужи једнаке екватору). Холандски картограф **Герхард Меркатор** (1512–1594) дефинисао је 1569. године картографску пројекцију код које су у свакој тачки картографске мреже меридијани издужени исто онолико пута колико су издужене и паралеле и тако у свакој тачки очувао константност линијског размера по свим правцима (конформна пројекција). Пројекција је добила име по аутору – **Меркаторова пројекција**.

Меридијани се конструишу на исти начин као и код квадратне пројекције. Координата *y* одређује се по истој формули као и код квадратне пројекције ($y = r\Delta\lambda$). Остаје да се за Меркаторову пројекцију одреди координата *x*, тј. удаљеност паралела од пројекције екватора као Y осе. Код Меркаторове пројекције је линијски размер правцем паралела једнак линијском размеру правцем меридијана ($\mu_n = \mu_m$) и та чињеница омогућава да се одреди координату x. Већ је познато да је,

$$\mu_m = \frac{dx}{r \cdot d\varphi}, \quad \mu_p = \frac{1}{\cos\varphi}.$$

Због тога је,

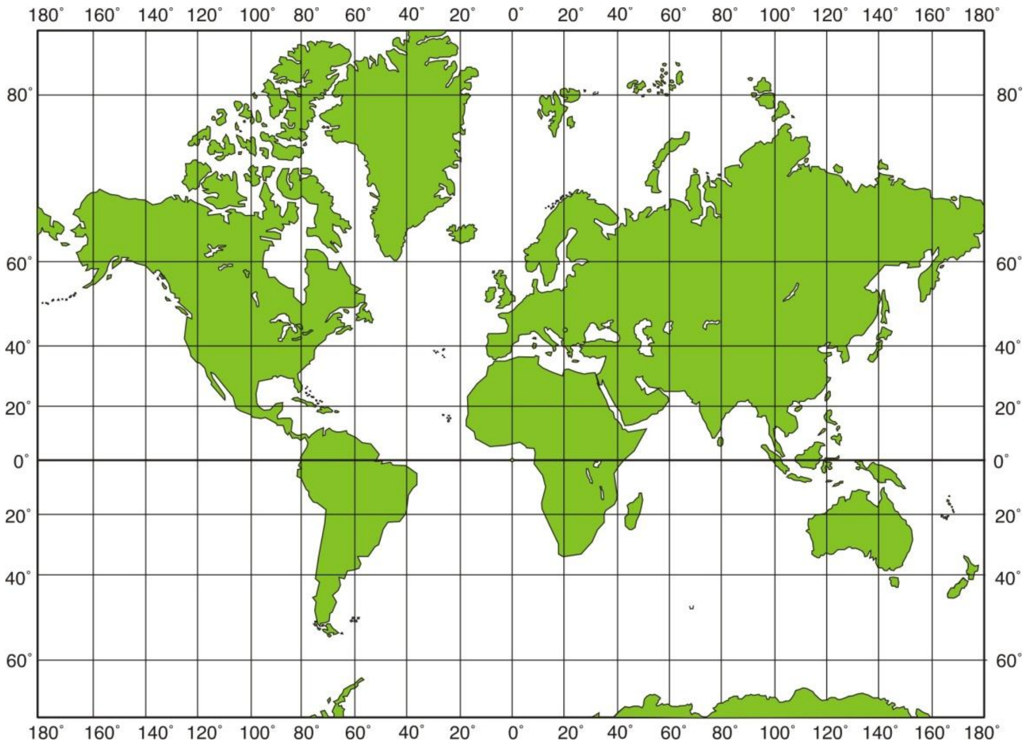
$$\frac{1}{\cos\varphi} = \frac{dx}{r \cdot d\varphi},$$

$$dx = \frac{r d\varphi}{\cos\varphi},$$

што преко интеграла у границама од 0° до φ даје:

$$x = r \cdot \ln tg\left(\frac{\varphi}{2} + 45°\right). \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..(1).$$

Конструкција нормалног облика картографске мреже Меркаторове пројекције је једноставa. На пример, конструкција картографске мреже за карту света проводи се на следећи начин: 1) повуче се екватор смањен у главном размеру, затим се подели на једнаке одсечке, зависно од изабране густоће картографске мреже; 2) кроз тако добијене подеоке повуку се нормалне праве које ће представљати меридијане; 3) на крају, упоредо са екватором повуку се праве – паралеле – на удаљености x одређеној према формули (1) (сл. 2).



Слика 2. – Нема карта света у Меркаторовој пројекцији

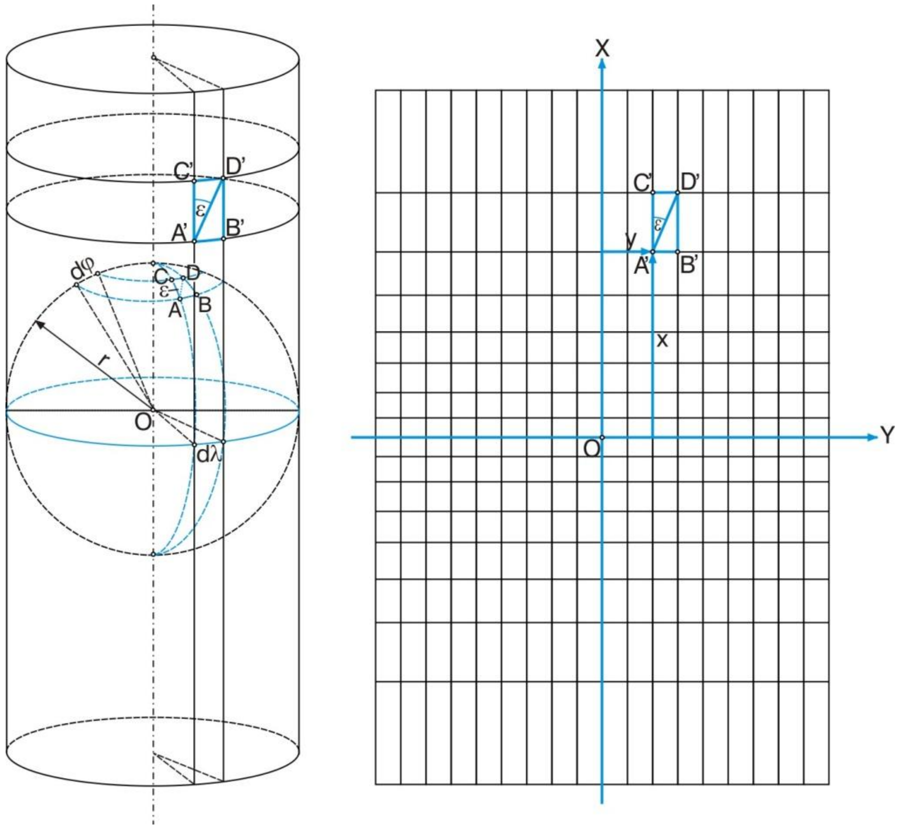
На слици 3 приказан је глобус око кога је обавијен омотач цилиндра чија се оса поклапа са Земљином осом. На глобусу је уцртан бесконачно мали трапез чија је дијагонала бесконачно мали одсечак локсодроме чији је курс ε. У мрежи Меркаторове пројекције тај трапез се приказује као бесконачно мали правоугаоник ABCD, чија дијагонала AC с меридијаном тачке A заклапа угао ε'. Из диференцијалног троугла ABC добија се:

$$tg\varepsilon' = \frac{r \cdot \cos\varphi \cdot d\lambda}{r \cdot d\varphi},$$

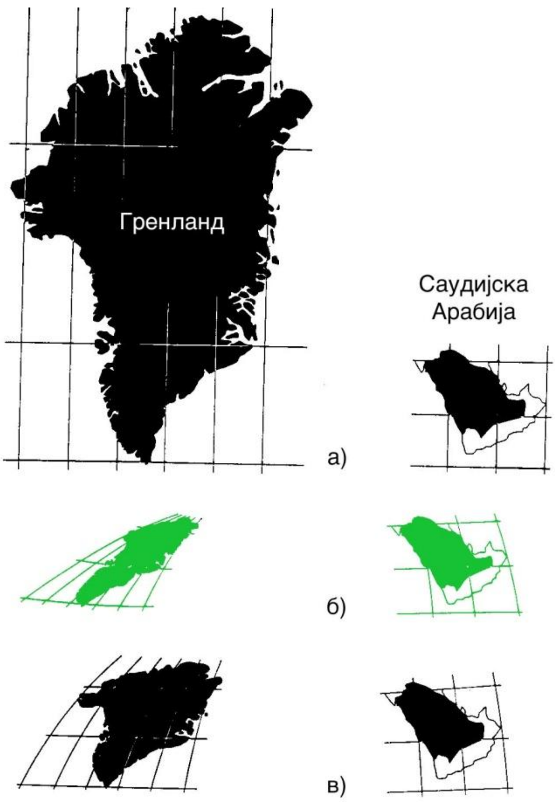
односно,

$$tg\varepsilon' = \frac{\Delta\lambda}{\ln tg\left(\frac{\varphi_2}{2} + 45°\right) - \ln tg\left(\frac{\varphi_1}{2} + 45°\right)},$$

на основу чега закључујемо да је ε' = ε, тј. да се ***локсодрома у Меркаторовој цилиндричној картографској мрежи приказује као права****.*



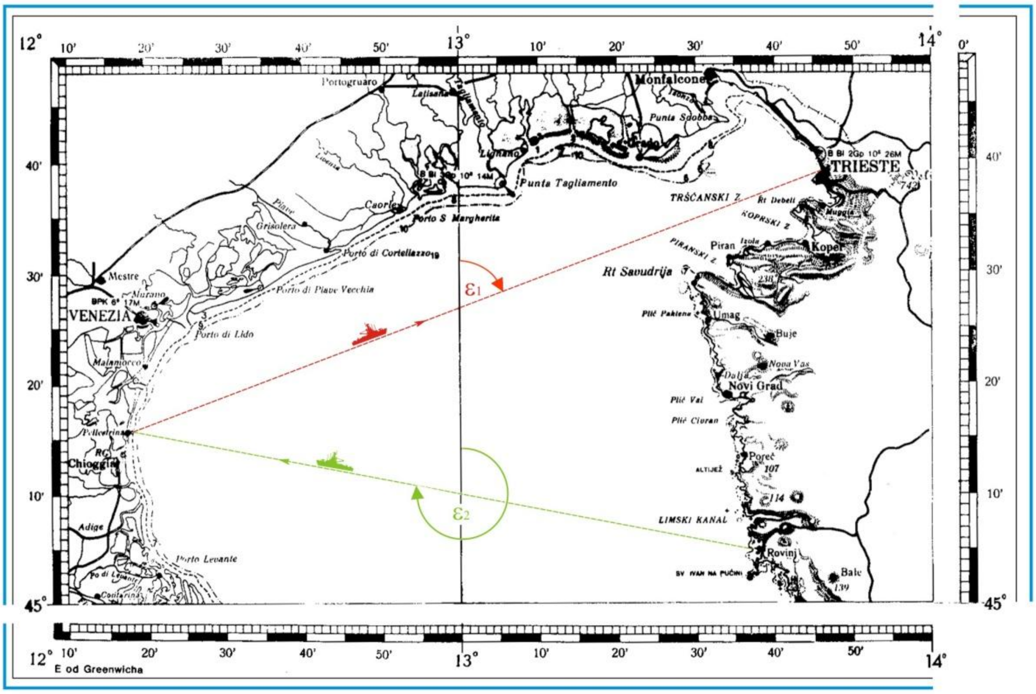
Слика 3.



У Меркаторовој пројекцији није могуће направити карту света, тј. приказати површину целе Земље. У случају нормалног облика Меркаторове пројекције, деформација површина нема само дуж екватора, а с удаљавањем од екватора оне се све више увећавају.

На пример, на слици 4 (лево) острво Гренланд приказано је у истом размеру на мрежи Меркаторове (а), једне еквивалентне (б) и једне произвољне пројекције (в). У којој мери Меркаторова пројекција деформише површине на већим географским ширинама добро се може видети поређењем површина ликова а и б, или, поређењем приказа Гренланда са Арабијским полуострвом (десно) приказаним у истом размеру и у мрежама исте три пројекције; затамњена површина представља Саудијску Арабију која у стварности има површину приближно исту као и Гренланд!

Али, својство Меркаторове пројекције да се у њеној мрежи локсодрома приказује као права потиснуло је све друге недостатке и учинило је једном од најпознатијих картографских пројекција. Она је незаменљива у изради наутичких карата (**локсодромских карата**). Крупноразмерна карта одређеног дела мора лишава поморце потребе за било какавим рачунањем – довољно је да повуку дуж између полазне и одредишне тачке и угломером измере локсодромски курс (сл. 5).



Слика 5.– Исечак наутичке карте у Меркаторовој пројекцији

На слици 5 дат је део наутичке карте (NW угао одговарајућег листа) у Меркаторовој пројекцији, с накнадно намонтираним источним и јужним рамом. На карти су изабране три тачке – три луке на обалама Јадранског мора: Палестрина, Трст и Ровињ. Дате тачке су спојене правим линијама, тј. локсодромама. Локсодромски курсеви ε_1 и ε_2 једноставно се измере на карти угломером. (Одређени према формули (17.а) ти курсеви су: $\varepsilon_1 = 69°27'05''$ и $\varepsilon_2 = 280°31'29''$).

Разлика између локсодромске и ортодромске удаљености, као и разлика њихових курсева, практично је занемарљива на кратким путањама, а постаје осетна тек на путањама дужим од 500 sm. Ако је удаљеност између тачака преко 500 sm и ако распоред тачака није повољан, на ортодроми се одређује више међутачака између којих се онда иде по парцијалним локсодромама. Ортодрома се рашчлањује на више локсодрома чије крајње тачке задовољавају раније наведене услове. Међутачке се одређују дељењем ортодроме на једнаке одсечке или као пресеци ортодроме с меридијанима на сваки округао број степени.