

# Anmærkninger

over

Beregningen af de Muures Styrke, som ere udsatte for Sidetrykning,

ved

J. M. Geuß.

§. 1.

Naar man ved Bygninger bruger Muure, ere de i de fleste Tilfælde bestemte til at modtage en enten aldeles eller næsten lodret Trykning. Dette Tilfælde har Sted ved de Bygningers Sidemuure, som sluttes oven til enten med Hvelvinger eller med Vælker. Men desuden gives der andre Tilfælde, hvor Muure alleene opføres til den Ende at imodstaae en aldeles horizontal Sidetrykning. Dette har Sted ved de Muure, som bygges til at bære Terrasser, til at bære Fæstningsværker, til at opholde Siderne af Fæstningsgraver, til at indfatte aabne Gangsluser og deslige Hensigter. Hvor forskellige de anførte to Arter af Trykninger ere, viser den daglige Erfarenhed. Glas, brændt Leer og andre haarde lidet bøjelige Legemer, kan i en lodret Stilling bære meget svære Byrder, derimod brydes de over af den aller sværeste Sidetrykning. Endskjønt en Muur er sammensat af adskilte Deele, saa kan den dog ansees som et eeneste fast og næsten ubøieligt Legeme, fra den Tid af da Kalkens bindende Kraft har opnaaet sin fulde Styrke, indtil den alting fortærende Atmosfære har opløst den igien. Den lodrette og horizontale Trykning virker altsaa ligesaa forskjellig paa en Muur, som paa andre deslige faste Legemen. Ved de Muure som opføres til at bære deres Last lodret, kommer det altsaa ikke an paa den nøiagtigste Udregning til Bestemmelse af deres Styrke. Men dersom de blive byggede for at udholde Sidetrykning, maae

Styrken med yderste Forsigtighed bestemmes, dersom man ei for tidlig vil see Ruiner isteden for en tryk og varig Bygning.

## §. 2.

Blant deslige Muures forskiellige Dimensioner bestemmes Længden og Høiden ligesvem efter Strækningen og Høiden af den Jordmasse, som skal understøttes. Det er altsaa Muurens Tykkelse alleene som efter Theorie skal bestemmes. Ubetænksomme Practici staae maaskee i den vildfarende Formeening, at dennes Bestemmelse ei er af Bigtighed. Formodentlig troe de, at de ogsaa her kan hielpe sig frem med deres kiere Regel, heller at bygge for stærkt, end for svagt. Men hvordan vil en Mand, der ei veed, naar en Muur er tilstrækkelig stærk, kunne vide, naar den begynder at blive for stærk, for derefter at kunde følge denne sin Regel? Staaer han ikke Fare for at ansee en utilstrækkelig Styrke for en allerede for stor Styrke? Desuden er det af andre for længe siden beviist, at det er kun fordeelagtig for Stater og andre Personer, der ikke kan udbringe Renter af deres Kapitaler, at opføre ævigvarende Bygninger, og at det derimod i alle Tilfælde, hvor man kan vente Renter af den Kapital, som staaer i en Bygning, er langt fordeelagtigere at bygge blot med den fornødne Styrke og oftere af nye. I saa Fald, eller naar Staten selv ikkun fordrer den høistnødvendige og ingen overflødig Styrke i en forehavende Bygning, bliver det da ikke nødvendigt, at tage den skarpeste physisk-mathematiske Theorie til Hielp? I Henseende til Fæstningsværkers Beklædnings Muure pleier man at paastaae, at en overflødig Styrke ikke kunde skade, da de foruden Jordens Trykning i det mindste nogen Tid skal kunde udholde Kanonskud. Men hvem der veed, at Fæstningers Muure alleene kan beskydes i Afstand af 150 til 200 Skridt, kan insee, at i saadan Nærhed, maatte ende ogsaa ægyptiske Pyramider falde i Gruns for Kruders Kraft og altsaa tilstaae, at endog her maae Spørsmaalet om den nødvendige Styrke blive Hoveds Spørsmaalet.

## §. 3.

Den Bigtighed, som altsaa ligger i det Spørsmaal om en Muures Styrke, der med een af Siderne skal bære en Tyngde, har foranlediget adskil-

lige,

lige, at udfinde saadan en Muurs nødvendige Tykkelse. Bygmestere selv, af hvis Erfarenhed og Theorie man meest kunde forde, have ikkun anført i deres Skrifter saare lidet herom, da de, som bekendt, meest opholde sig ved Bygningers Ziir og Bequemmelighed, end ved deres Varighed. I de ældre Skrifter over Fortificationen bliver vel meget forebragt herom i Anledning af Fæstningsværkers Beladningsmuure, men blot efter een eller andens Formeening uden al Theorie. Derimod have i nærværende Aarhundrede nogle Mathematiker og især Militar-Personer bekendtgiort endeel findrige Oplosninger af dette Problem. Billig kan her nu spørges, hvad der videre behøves efter at Problemet er oplest og Svar paa Spørsmålet er givet? Vel er det sandt, at til Oplosningen af en theoretisk Opgave kan virkelig intet tilføjes, naar den eengang rigtig er givet. Alt hvad her kan skee, er at finde en Oplosning igiennem en anden Methode, som da alleene tiener til at bekræfte den første. Men langt anderledes forholder det sig med et physisk-mathematisk eller et praktisk Problem. En Mathematiker, der vil behandle et physisk Spørsmaal mathematisk, er nødt til, før end han kan anvende sine Theorier, at analysere Sagen, at gjøre det concrete abstract, og at forvandle Spørsmålet, saa at sige, til en geometrisk Figur, for at anvende Geometriens og Analytiks Opfindelses-Metoder derved. I Anvendelsen af disse Metoder kan han neppe tage Feil; men meget let kan det hælde sig ved den omtalte Analysis af Sagen selv. Er Problemet mechanisk, skal altsaa med og mod hverandre virkende Kræfter udmæles, da kommer det an paa, at opsoge disse Kræfters Storrelse og Direction, saaledes som de virkelig ere i Naturen. Her er det atter let at forsee sig i eet eller andet, da Naturens Virkninger stedse ere udviklede. Og man seer deraf, at den som igiennemtænker saadant et Problem, uden at følge Forgiengernes Spor i Blinde, kan faae Anledning til at rette noget hist eller her i Oplosningen. Af følgende Anmærkninger over oft bemeldte Problems bekendte Oplosninger, vil det maaskee blive klart, at een eller anden Feiltagelse i Sagens Analysis har foranlediget Forfatterne deraf, til at gjøre Muure stærkere, end virkelig behøves.

## S. 4.

Vil man bestemme Styrken for de Muure, hvorpaa Sidetrykning har Sted, bør man 1) fastsætte, hvor stor Jordens Trykning paa en Muur er, og 2)

undersøge hvorledes Muurenes Modstand er beskaffen. Over begge Materier, dog især den første, har man forskellige Bestemmelser, som her kortelig skulle anføres og bedømmes.

## §. 5.

Erfarenhed lærer, at opbygget løs Jord antager af sig selv en Skraaehed, af en større eller mindre Vinkel med Horizonten. Alle Jord Partikler, som danne denne Skraaehed, ere paa den i Egevoegt og sølgelig i Hvile; thi formedelst Tyngden stræbe de at rulle ned langs den skraae liggende Plan, men formedelst Rivningen gjøres denne Kraft til intet. Opfører man nu (Fig. 1.) en Muur ABCD ved Foden af saadan en Dynge Jord EPQC, saa har denne Jord-Masse og Muuren ABCD intet med hinanden at giøre, og den i Triangelen AEC indkastede Jord-Masse er det alleene som skal opholdes eller understøttes, hvilket skeer deels af den i Hvile værende Jordmasse EPQC og deels af Muuren ABCD.

## §. 6.

Efter Oberst Lorgna's Forsøg, antager den allerløseste Jordart, nemlig Søe-Sandet, en Skraaehed, som gjør en Vinkel af  $45^{\circ}$  med Horizonten, og de mindre løse Jordarter sette sig under en Vinkel, som er noget mindre. Lægges man nu disse Erfaringer til Grund for Beregningen over Muures Styrke, saa antages det allerufordeelagtigste Tilfælde, og man har fra den Kant ei at frygte for at Muuren skulde blive for svag. Paa Grund af dette have endeel berømte Forfattere, Brigadeer Belidor, Professor Ppey i Francker (a), General Græv Rinskly i Prag, Ingenieur Oberst Elafen i Christiania og Ingenieur Oberst Lorgna i Verona selv, ved deres Undersøgelser over denne Materie forudsat, at den Jordmasse, som imellem Jordens Skaaehed og Muuren skal understøttes, indsluttes i den retvinklede Triangel EAC; De har anseet denne Jord-Triangel for en solid Masse, der formedelst Tyngden

(a) De fleste af de her og andensteds anførte Afhandlinger over denne Materie findes indførte i Magazinets for Ingenieurer og Artillerister, hvorefter hidindtil 8 Bind ere udfomne.

Tyngden søger at bevæge sig ned ad langs med Planen EC, formodest Kivningen tildeels forhindres i denne Bevægelse og med Overfluddet af disse to modsatte Kræfter virker paa Muuren AC. Uagtet disse overeenstemmende Betingelser har de dog erholdt temmelig forskiellige Resultater, ligesom de have betient sig af forskiellige Metoder for at finde samme.

## §. 7.

Den anførte Forestillingsmaade af Jordens Virkning imod Muure, har ei vildet gefalde alle, som have arbeidet i denne Materie. Herr Couplet en fransk Akademist, betragter den af sig selv staaende Jordmasse EPQE som sammensat af en Mængde smaae Kugler, og bestemmer deraf Skraaeheden EC hvori den opdyngede Jord sætter sig. Er nu Kuglernes Orden saaledes, at enhver Kugle hviler paa trende Kugler, saa bliver Skraaeheden den samme, som en Tetraeders Sideplan gier med Grundfladen; er deres Orden derimod saaledes, at enhver Kugle hviler paa fire underliggende Kugler, saa er Vinklen med Horizonten den samme, som en Octaeders Sideplan gier med den Plan, som deeler Octaedren i tvende lige store Pyramider, hvilke Vinkler ere begge  $= 70\frac{1}{2}^{\circ}$ . Men foruden at den Vinkel er efter de allerletteste Erfaringer for stor, gier disse Figurers Sidelinier ganske andre Vinkler med Grundplanerne; og man bliver altsaa uvis, om det skulde være denne mindre Vinkel, eller hiin større Vinkel, hvorefter Jordens naturlige Skraaehed blev dannet; og hans Meening har derfor ingensteds funden Bisald.

## §. 8.

Herr Ingenieur-Kapitain Staahlsverd har atter igien betragtet Sagen fra en ganske anden Side. Han anseer den mod en Muur opdyngede Jord for en Materie, der er i visse Maader flydende. For at bestemme dens Fluiditet eller Udskydnings Formue, beraaber han sig fornemmelig paa General-Lieutenant Baron Stuardts Forsøg, som medgiver, at Forholdet imellem Skraaehedens Grundlinie og Heide ei er bestandig, som i Almindelighed troes, men større ved de ringere Heider og mindre ved de større Heider, hvoraf da følger, at den mod Muuren trykkende Jordmasse indslutes af en krum Linie, isteden for en Triangel. Rigtigheden af denne Sats beroer alleene paa Stuardts Forsøg,

Forsøg, hvorom ingen tilstrækkelig Efterretning findes. Foruden det, at Udsaldet er saa regelmæssig, som Naturens Svar paa Spørgsmaal igiennem Experimenter stelden pleie at være, kan disse Forsøg ei være anderledes anstillede, end ved at grave paa flere Steder i forskjellig Dybde lodret ned i Jorden, for at erfare hvormegent deraf vilde skyde ned og hvormegent der vilde blive staaendes med den naturlige Skrævhed. Men med saadan af Naturen sammenpakked Jord har man ei at bestille, naar Beskædnings Muure anvendes; Opfyldningen bag ved Muren skeer med løs Jord, og hvormegen Kunst man anvender paa, at giøre den fast, saa opnaaes dog vist ikke den naturlige Fasthed.

## §. 9.

Herr Gerlach, Professor ved Ingenieur-Akademiet ved Wien, troer at det heele Spørgsmaal om Jordens Trykning mod Muure er afgjort, naar man sammenligner den med Vandets Sidetrykning paa de Kar, hvori det indfluttes. Saa rigtig dette er, saa vanskeligt er det at bestemme den Koefficient, hvorefter Jordens Trykning findes ud af Vandets, og det er aldeles ubestemt, hvad han antager, at Jordens Trykning er det Halve af Vandets Trykning. Omendskiont Oberste Classen har siden beviist, at den Gerlach'ske Tanke stemmer overeens med den almindeligste Forestillings-Maade om Jordens Trykning (§. 6.), saa følger deraf dog ei, at den er meer overeenstemmende med Naturens sande Virkningsmaade, end den samme; thi de ere begge to kun Fictioner om Naturens Virkning, som tiene til at give Leilighed til derved at anbringe de mechaniske og mathematiske Lære-Sætninger.

## §. 10.

Endelig har den berømte franske Ingenieur-Kapitain Coussomb nyelig søgt, at tage en Omstændighed meer i Betragtning ved Bestemmelsen af Jordens Trykning. Det er vel aldeles rigtigt, hvad han paastaar, at det er Rivning og Kohæsjon tillige, som opholder den vertikale opdyngede Jord, naar Tyngden driver den ned ad, og at den forenede og modsatte Virkning af disse Kræfter, bestemmer den Deel af Jorden, som trykker paa Muuren. Han troer derfor, at man her burde finde en krum Linie, ligesom i Almindelighed der, hvor faste Legemer brækkes, men naar det kommer til Anvendelsen af hans

hans Tanke, antager han med alle andre, at den nedstyvende Jordmasse bryder i en ret Linie. Desuden finder han formedelt hans egen Methode, at Kohæsionens Indflydelse paa Jord-Triangelns Styrke, er saa ubetydelig, at den gierne kan sættes tilside, hvilket stemmer meget vel overeens med det, som Erfarenheden lærer. Man seer det best ved Brecher, som findes om Foraaret hist og her i de med Plackværk opsatte Fæstnings-Bolde. Naar Frosten har frembragt Sprekker i Jorden, og den optvæde Sne trukkan sig deri, bliver ofte det udvendige af Bolden 2 til 3 Fod fra Toppen indtil Foden løsrevet, og begynder at glide ned; men hvor stor og denne Masse kan være, har jeg dog aldrig fundet, at den har sat sig meer end høist 1 eller  $1\frac{1}{2}$  Fod, da den af Rivningen er blevet forhindret i al videre Bevægelse. Er nu Rivningen stærk nok til at standse Bevægelsen, naar Kohæsionen allerede er overvundet, meget meer vil den overgaae Kohæsionen, naar man indretter det saaledes, at ingen Bevægelse har Stød.

## §. II.

Naar man da af de anførte Grunde kan lade det beroe ved den førstnævnte Forestillingsmaade af Jordens Virkning paa Muure, saa er det dernæst Spørgsmaal, hvorledes Muurens Modstand er beskaffen, og hvorledes man skal betragte den efter statiske Principer. Næsten alle de forhen nævnte Forfattere ansee Muuren som en solid Masse, som er foreenet i dens Længdes Center. De antage videre, at Jordens Pression søger at frembringe deri en omvæltende Bevægelse omkring den yderste Punkt i Foden, at den modstaaer denne Bevægelse med et Moment af dens Længde og Længde-Punktens Afstand fra bemeldte Høilepunkt. Denne Forestillingsmaade om Muurens Modstand er unegtelig meget naturlig, og da Muurens Kohæsion med Fundamentet, saavel som Frictionen paa samme, som Lorgna og Bossut have søgt at tage med i Betragtning, her blive udeladte, saa har man ei at frygte for at Muuren skulde blive for svag. Imidlertid synes dog Forestillingen om Muurens Omvæltning omkring yderste Punkt i Foden ei at svare til det, som Erfaring viser ved forfaldne Muure. Grav Rinsky har i Pardubiz seet en af Kalksteen næsten uden Fundament opført Muur, som af Jordens Trykning var hen ved en Fod forsat, uden at tabe det ringeste i dens vertikale Stilling;

Jeg selv har havt Leilighed til at see en Marmor-Muur nedbrække, som stod paa nedramte Pæle; da Grunden blev aabnet, saae man, at disse nedramte Pæle vare paa en betydelig Strækning veegen udad, og at Muurens Forsald var en Følge af Fundamentets Afvigning fra Lodlinien. Saaom disse Erfaringer paa den eene Side viser, at man ved Vælkædningsmuure især bør være varsom i Fundamentets Begning og i Muurenes Forbindelse dermed, saa kunde man paa den anden Side ulede deraf, at Jordens Trykning ei saa meget stræbte efter at omvælte Muuren, som at Skyde den horizontal frem ad. Men af andre Marsager, som jeg siden skal anføre, vil det blive godtgjort, at den sædvanlige Forestillingsmaade ikke destomindre kan biebeholdes.

## §. 12.

Efter at have igiennemgaaet Grundene, hvorpaa den statiske Theorie for Muure beroer, kommer jeg nu til deres Anvendelse. En af de fleeste Forsfattere hiefaldt Maade, at føre Beregningen i Følge bemeldte Principer, er denne. Bægterne af den trykkende Jordmasse og den modstaaende Muur udtrykkes formedelt Indholden af Triangeln AEC og Rectanglen ABCD, og om  $AC = a$ ,  $CD = z$ , saa er Triangel AEC  $= \frac{a^2}{2}$  og Muuren ABCD  $= az$ ; men da en Kubikfod Jord Middelsort veier kun  $\frac{2}{3}$  af en Kubikfod Muurværk af Kampsteen og  $\frac{5}{8}$  af en Kubikfod Muurværk af brændte Steen, saa bliver Jordens Vægt i første Tilfælde  $= \frac{a^2}{3}$  og i sidste  $\frac{5}{12} a^2$ , eller naar man isteden for  $\frac{2}{3}$  eller  $\frac{5}{8}$  sætter ubestemt  $m$ , saa er den  $\frac{ma^2}{2}$ . Naar videre Jordens Vægt  $\frac{ma^2}{2}$ , som er foreenet i Tyngde-Puncten F, forestilles igiennem FG og opløses i de to Sidekræfter FL og FH, saa bliver FH eller den Deel af Tyngden, hvormed den gaaer ned langs med Planen EC  $= \frac{ma^2}{2\sqrt{2}}$ . Den samme Trykning udøver den imod den hældende Plan EC, og da Rivningen paa en hældende Plan under  $45^\circ$  er  $\frac{1}{2}$  af Trykningen, saa er den Kraft hvormed den søger at bevæge sig ned ad kun  $\frac{1}{2} \frac{ma^2}{2\sqrt{2}} = \frac{ma^2}{4\sqrt{2}}$ . Opløses denne Kraft,



Kraft, som forestilles under FH i de to Sidekræfter FN og FI, saa bliver Kraften FI, hvorved Jorden trykker paa Muuren  $= \frac{m_2^2}{4\sqrt{2}\sqrt{2}} = \frac{ma^2}{8}$  og da den virker med Bægstangsarmen  $KC = \frac{2}{3}a$ , saa er dens Moment  $= \frac{ma^3}{12}$ . Da Muurens Vægt az virker med Bægstangsarmen  $\frac{1}{2}DC = \frac{1}{2}z$ , saa er dens Moment  $= \frac{az^2}{2}$ . Man har derfor Ligningen  $\frac{az^2}{2} = \frac{ma^3}{12}$ , hvoraf følger  $z = a\sqrt{\frac{m}{6}}$ , og altsaa naar Muuren opføres af huggene Steen er dens Tykkelse  $z = a\sqrt{\frac{1}{6}} = \frac{1}{3}a$  eller  $\frac{1}{3}$  af Hojden, og naar den opføres af Muursteen er dens Tykkelse  $z = a\sqrt{\frac{1}{6}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{a\sqrt{3}}{6} = 0, 3726a$ .

§. 13.

Imod denne Beregning, som er fort i Overeensstemmelse med Herr Müllers Grunde, synes jeg, at man med Grund kan indvende:

1) At den paa Muuren trykkende Jordmasse antages større, end den virkelig er; thi drages en Parallellinie til Planen EC (Fig. 2.) igiennem den yderste Punct i Muurens Fod D, saa seer man strax, at den i Trapezet EPOC indsluttede Jordmasse ei bieder noget til at give Muuren en omvæltende Bevægelse omkring Puncten D. Dersom den triangulære Deel af Muuren DCO blot bestod af Jord, saa vilde Trapezet EPOC og  $\Delta$  DOC tilsammen høre til den i Hvile værende Jordmasse, og altsaa ei behøve nogen Understøttelse, meget mere altsaa nu, da  $\Delta$  DOC bestaar af Muurværk, som har en stærk Forbindelse med sit Fundament.

2) Indseer jeg ikke hvad man kan have havt for Aarsag til at antage  $\frac{2}{3}$  af Muurens Hoide til Bægstangsarmen, hvormed Jordens Vægt virker paa Muuren. Jordens Vægt virker parallel med den hældende Plan EC og støder altsaa i Directionen FH paa Muuren i K. Antager man nu CK for Bægstangsarmen, hvormed Jorden virker paa Muuren, som den virkelig er det, saa bliver Jordens Virkning derved langt mindre, end den efter den anførte Regnings-Methode er.

3) Er ogsaa Muurens Modstand noget mindre end den sædvanlig antages. Trianglen COD trykkes alleene af den i Hvile værende Jordmasse ned paa Fundamentet, og naar altsaa den heele Muur skulde omvalte sig omkring Puncten D, saa bliver dog denne Deel tilbage. Muuren maae derfor overbrydes efter Linien OD, som man ogsaa seer det ved forfaldne Muure (§. 11.), og det er alleene den Deel af Muuren ABDO, som med sin Vægt modstaar Jordens Trykning.

## §. 14.

Naar Beregningen over Muures Styrke udføres efter denne forandrede Forestillingsmaade, finder man, at Muure kunde opføres langt svagere end man sædvanlig gjør. Om AC sættes  $= AE = a$ ,  $CD = CO = z$ , saa er  $AO = AP = a - z$ . Indholden af den trykkende Jordtriangel AOP  $= \frac{(a-z)^2}{2}$ , eller i Ligning med Muurvægt  $= m \frac{(a-z)^2}{2}$ . Naar denne Pression forestilles formedelst FG og opløses i Sidelæsterne FL og FH, saa er den parallel med den hældende Plan trykkende Kraft  $FH = \frac{m(a-z)^2}{2\sqrt{2}}$  og formindsket af Frictionen  $= \frac{m(a-z)^2}{4\sqrt{2}}$ . Denne Pression falder paa Muuren i K, forestilles igiennem IK, og giver, opløst i parallelle og perpendicularære Sidelæster, den perpendicularære Trykning paa Muuren  $MK = \frac{m(a-z)^2}{4\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}} = \frac{m(a-z)^2}{8}$ . Vægtstangsarmen CK, hvormed denne Trykning virker paa Muuren er  $= CO + OK = z + \frac{a-z}{3} = \frac{a+2z}{3}$ . Altsaa er Jordens Moment  $= \frac{m(a-z)^2}{8} \times \frac{a+2z}{3} = \frac{m}{24} (a^3 - 3az^2 + 2z^3)$ . Muurens Indhold, som udtrykker dens Vægt, er  $= az$ , og naar  $\triangle DCO$  drages derfra  $= az - \frac{z^2}{2}$  og denne Vægtes Moment  $= \frac{az^2}{2} - \frac{1}{6}z^3$ . Altsaa erholder man formedelst Ligheden af disse to Momenter for Muure af huggene Steen  $\frac{1}{6}$ .  $(a^3 - 3az^2 + 2z^3) = \frac{1}{2}az^2 - \frac{1}{6}z^3$ , hvoraf følger  $z^3 - \frac{2}{3}az^2 + \frac{1}{6}a^3 = 0$ , en kubisk Ligning, hvoraf Muurens

rens Tykkelse  $Z$  beregnes, naar dens Heide  $a$  indsættes, og for Muure af brandte Steene  $\frac{5}{44}(a^3 - 3aZ^2 + 2Z^3) = \frac{1}{2}aZ^2 - \frac{1}{6}Z^3$ , hvoraf følger den kubiske Ligning  $Z^3 - \frac{87}{44}aZ^2 + \frac{5}{44}a^3 = 0$ , som giver  $Z$  naar Muurens bekiendte Heide  $a$  indsættes. Er  $a = 20$ , saa er Muurens Tykkelse opført af huggene Steene  $= 4,5$  Fod og af brandte Steene  $= 5$  Fod, derimod skulde den første Muur efter den i (S. 12.) anførte Beregning være 6,66 Fod og den anden 7,45 Fod inl.

## §. 15.

Man har af meere end een Grund ei Aarsag til at frygte, at den angivne Tykkelse skulde gjøre Muuren for svag. Jeg har i denne Beregning, som sædvanlig, ei taget Muurens Modstand i Følge Kohæsjon og Friktion i Betragtning, og altsaa har saadan en Muur allerede fra den Kant af en Overskud af Styrke, som ei er taget med ind i Beregningen. Dernæst er den efter forrige Beregning opførte Muur i Ligevægt med den løseste Jordts Pression; men det er sieldent, at man bygger paa den løseste Jordart, og hvor man treffer den, kan man gjøre den fastere formedelst Plackværk, og altsaa har Muuren ogsaa derfor meer Styrke end den behøver til den allerede i Anslag bragte Modstand, og sølgelig er den efter disse Bestemmelser overflødig stærk.

## §. 16.

Jeg har i de anførte Exempler antaget, at Muuren skulde opføres lige tyk op og ned, eller foruden Skraaehed og Doffering, og saa bør det skee allestider. Jeg veed vel, at man kan spare noget ved at give den en Doffering; og naar man vil betiense sig af denne Besparing, bør det skee efter en Theorie, som Hr. Npey har saa meget vel udviklet. Men Besparingen opveier langt fra ikke imod det Tab, som man lider i Muurens Barighed. Hvad enten Muuren opføres af huggene eller brændte Steen, saa blive de skraaes staaende Juger saa meget udsatte for Atmosfærens Indflydelse, at man efter en kort Tid seer Græs og andre Varter vore ud af enhver af dem. Man kiender den Kraft, hvormed Vegetabiliers Rødder trænge ind imellem Steene; og om

Denne ei allene skadede Muuren, saa vilde dog formedelst Vegetabiliernes Forraadnelse enhver Fuge efter nogen Tids Forløb være opfyldt med Muldjord isteden for Kalk, og den udvendige Side af Muuren tabe sin Forbindelse. Opføres Muuren af brændte Steene, da kommer endnu denne Omstændighed til, at Arbejderne blive nødte til, at give enhver Steen med Hammeren den Ekstraehed, som den skal have paa sit Sted. Herved taber enhver Steen den haardere og tættre Skorpe, som den havde fra Brændingen af, og en blødere Side udsættes for Atmosfærens Indfyldelse. Vandet indtrænger lettere i den, og Frostene, som i vores nordlige Klima er saa farlig for Muurværk, tager snart den eene Flise bort derfra efter den anden.

