# Lærer instruks til elevøvelser vedr. minutsug

## Introduktion

Formålet med øvelsen er at introducere eleverne til minutsug som materialeegenskab ved mursten, så de får en erkendelse af betydningen for valg af mørtel og for opmuringsprocessen. Eleverne lærer ved selve øvelsen at måle minutsug på forskellige mursten. Denne øvelse kan med fordel kombineres med:

* Søge på nettet efter producenternes oplysninger om minutsug, samt evt. ringe og spørge om aktuelle værdier
* Vælge mørtel til en opgave med en given mursten, finde mulige alternativer
* Opgave med opmuring med forskellige kombinationer af mørtel og sten med højt/lavt minutsug, diskutere hvad det betyder for opmuring

Denne instruks omfatter følgende:

Indhold

[Lærer instruks til elevøvelser vedr. minutsug 1](#_Toc25662811)

[Introduktion 1](#_Toc25662812)

[Forberedelse af elev øvelse 2](#_Toc25662813)

[Baggrund og forståelse af emnet 3](#_Toc25662814)

[Hvad er minutsug. Definition 3](#_Toc25662815)

[Minutsugets betydning for opmuring og valg af mørtelvalg 3](#_Toc25662816)

[Kildemateriale – standarder vedr. minutsug 4](#_Toc25662817)

[Supplerende elevøvelser (inspiration) 4](#_Toc25662818)

[Indhentning af oplysninger om minutsug 4](#_Toc25662819)

[Vælge mørtel ud fra minutsug 4](#_Toc25662820)

[Opmuring med sten med højt/lavt minutsug, evt. med forskellige mørtler 5](#_Toc25662821)

[Quiz om minutsug 5](#_Toc25662822)

[Bilag til lærerinstruks 5](#_Toc25662823)

[Instruks til øvelse: mål og beregn minutsug. 6](#_Toc25662824)

[Skema Minutsug 7](#_Toc25662825)

## Forberedelse af elev øvelse

Der skal fremskaffes:

**Materialer**

* Mindst 2 forskellige typer af mursten, helst med tydeligt forskellige minutsug (se Indhentning af oplysninger om minutsug)
* Til selve målingen anskaffes 3-6 sten af hver type pr. hold
* Eventuelt kan den ene type sten være dem, skolen typisk anvender til opmuring, og så anskaffes en afvigende type.

Der skal helst være mindst 2,0 kg/m2 i forskel på det gennemsnitlige minutsug.

**Redskaber/apparatur (pr. hold)**

* Stor vandtæt bakke med plan bund, der er mindst 50 mm dyb og større end stenen.
* Understøtninger der kan støtte murstenen i water, så den ikke rører bakkens bund.
* Stopur med sekundinddeling
* Vægt, som kan veje stenen med en nøjagtighed på 2 g
* Skydelære med en nøjagtighed på 0,1 mm, til at måle murstenens areal.
* Målestok til at tjekke vanddybde (tommestok)
* Vand, og kande til at fylde efter med
* Fugtig klud, til at duppe dråber af mursten efter neddybning
* Evt.: en ovn til at tørre murstenene før prøvning, hvis de ikke kan stå tørt i nogle dage først

|  |  |
| --- | --- |
| Minutsugning | Bakker til vand og nedsænkning af sten skal have en passende størrelse i forhold til mursten, f.eks. 30x40 cm, og være rimeligt stabile, så de ikke vipper når sten lægges i/tages op. Bedst af metal. Underlag for bakker bør være plant og i vater. Stativer til at stille mursten på i bakken skal ligeledes være stabile og i vater, og kan med fordel fremstilles til formålet Foto viser opstilling fra Teknologisk Institut, hvor der er etableret vandtilførsel og overløb fra bakken, så vandoverfladen er konstant, uanset murstenes opsugning.  |

**Før øvelsen:**

Mursten skal være tørre (efter nogle dage i stuetemp) og afkølede til stuetemp (hvis de er tørret i ovn.)

# Baggrund og forståelse af emnet

## Hvad er minutsug. Definition

Minutsug er udtryk for murstenens evne til at suge vand, og er defineret som den vandmængde, stenens liggeflade kan opsuge på 1 minut ved en standardiseret prøvning, angivet i masse pr. arealenhed (kg/m2).

## Minutsugets betydning for opmuring og valg af mørtelvalg

Det anbefales at mørteltype og stenenes minutsug passer til hinanden.

Forsøg (med kalkcement-tørmørtel) dokumenterer, at minutsugningen har stor betydning for vedhæftningen mellem mørtel og sten. Ved stærkt sugende mursten (mursten med en minutsugning på mere end ca. 3,5 kg/m2) kan vedhæftningen eksempelvis fordobles, hvis stenene forvandes inden henmuring.

Stenenes sugeevne kan karakteriseres ud fra egenskaben minutsugning.

Leverandørerne deklarerer murstenenes minutsug med en middelværdi i kg/m2, og en tolerance på højst ±1,0 kg/m2. Tolerancen er et udtryk for, hvor meget minutsuget kan variere fra leverance til leverancen. For mursten med en stor tolerance kan man således kontakte teglværket, og få oplyst det aktuelle minutsug (middelværdi) for en leverance.

”Lavt minutsug” er minutsug lavere end 1,5 kg/m2

”Højt minutsug” er minutsug højere end 3,5 kg/m2

Mursten med minutsug på 1,5 til 3,5 kg/m2 vil kunne anvendes med de fleste mørtler uden problemer.

Sten med lavt minutsug bør ikke kombineres med kalk-cementmørtler (receptmørtler) baseret på en kalktilpasset vådmørtel. I tvivlstilfælde anbefales det at foretage en prøveopmuring og at undgå de mest vandholdige mørtler (kalktilpasset vådmørtel kan fås med vandindhold ned til 14%).

Man bør samtidig være særlig opmærksom på årstid og vejrlig, da koldt vejr betyder langsommere styrkeudvikling og udtørring. I sommermånederne bør man især have fokus på risiko for stor nedbørsmængde og udsat murværk (dæk af!). Det gælder især om at undgå utilsigtet opfugtning i de første 2 til14 dage efter opmuring, længst tid i koldt vejr.

Sten med højt minutsug bør ikke kombineres med tørmørtler med cement som det eneste eller det dominerende bindemiddel, medmindre mørtlen er særligt fremstillet til at passe til sådanne sten eller har passende højt vandindhold. I tvivlstilfælde anbefales det at foretage en prøveopmuring. Kombineres mursten med højt minutsug med sådanne mørtler, bør man være særlig opmærksom på årstid og vejrlig, da varmt og tørt vejr kan fremskynde en for tidlig udtørring. Hav fokus på murværk, som er udsat for udtørring, og dæk af. Solindfaldet er kraftigst på syd- og vestvendte facader. Om nødvendigt tilføres murværket ekstra vand med vandforstøver.

## Kildemateriale – standarder vedr. minutsug

Murstens minutsug er defineret i den EU-harmoniserede standard:

DS/EN 771-1:2011+A1:2015, Forskrifter for byggesten til murværk - Del 1: Teglbyggesten, under §5.3.8 som følger:



Heraf fremgår, at den standardiserede testmetode, som har inspireret til denne øvelse, og som minutsug testes efter ”i virkeligheden” er EN 772-11, med den mundrette titel:

DS/EN 772-11:2011

Metoder til prøvning af byggesten til murværk - Del 11: Bestemmelse af vandabsorption i betonbyggesten, porebeton, industribyggesten og natursten som følge af kapillarvirkning samt af teglbyggestens begyndende vandabsorption.

# Supplerende elevøvelser (inspiration)

## Indhentning af oplysninger om minutsug

Teglproducenterne deklarerer murstenenes minutsug med en middelværdi i kg/m2, og en tolerance på højst ±1,0 kg/m2. For mursten med en stor tolerance kan man således kontakte teglværket, og få oplyst det aktuelle minutsug (middelværdi) for en leverance.

Værdier for minutsug kan findes via leverandørernes hjemmeside, men det kan være en udfordring at finde data.

Elevens opgave er f.eks. at finde minutsug for de mursten, der skal anvendes til en opgave, eller at finde nogle mursten med et bestemt, deklareret minutsug.

Fremgangsmåde, forslag:

* Find hjemmesider for teglproducenter
* Find oplysninger om minutsug for mursten
* Sammenlign minutsug, diskuter betydning
* Kontakte teglværket og spørge om aktuelle værdier

## Vælge mørtel ud fra minutsug

Find /diskuter generel vejledning om kombination af mørteltyper og mursten, se f.eks. afsnittet om minutsugets betydning for mørtelvalg.

Diskuter valg af passende mursten til den mørtel, skolen normalt arbejder med

Find leverandørvejledninger om kombination af sten og mørtel, det kan være hos leverandør af mørtel eller leverandør af mursten.

## Opmuring med sten med højt/lavt minutsug, evt. med forskellige mørtler

Man kan vælge at strukturere opgaven på flere måder.

Der kan tages udgangspunkt i de 2 foregående forslag til opgaver, og udføre opmuring i praksis med de mursten og mørtler, eleverne har fundet frem til.

Man kan vælge at demonstrere effekten af at anvende ”forkert” mørtel til mursten, f.eks.:

* Anvende en mørtel med højt vandindhold til mursten med lavt minutsug
* Anvende en mørtel med højt indhold af cement og lavt vandindhold, til en mursten med højt minutsug
* Diskuter effekten og byt evt. om på sten og mørtel

## Quiz om minutsug

”Minutsug” er et udtryk for:

1: Hvor hurtigt en mørtel suger sig fast på murstenen

x: Hvor meget vand en mursten opsuger på 1 minut

2: Hvor sugende underlaget er, når det skal pudses

Minutsug er en egenskab for mursten. Hvad har minutsuget betydning for?

1: Hvor hurtigt man normalt kan mure med murstenen

X: Hvornår man tidligst må afdække murværket

2: Hvilken mørtel som passer til murstenen

Hvordan måler man minutsug for en mursten?

1: ved at nedsænke liggefladen i vand, og lade den suge i 1 minut

X: ved at dyppe murstenen under vand i 1 minut

2: Ved at suge luft igennem murstenen med en støvsuger

# Bilag til lærerinstruks

Fra næste side

## Instruks til øvelse: mål og beregn minutsug.

**Minutsug**

Mål hvor meget vand en mursten kan suge fra liggefladen på 1 minut.

Der skal måles på 2 forskellige mursten: [indsæt sten til den aktuelle opgave]

**Princip**

Vej en tør mursten.

Murstenen nedsænkes i vand i en periode på 60 ±2 sekunder.

Vej murstenen efter 1 minut, og beregn hvor meget vand der er opsuget.

mursten

Mursten sænkes

5 mm ned i vandet på et stativ

Suger i 1 minut

Kar med vand og stativ

**Redskaber**

* Stor bakke, der er mindst 50 mm dyb og større end stenen.
* Understøtninger der kan støtte murstenen, så den ikke rører bakkens bund.
* Stopur med sekundinddeling
* Vægt, som kan veje stenen med en nøjagtighed på 2 g
* Skydelære med en nøjagtighed på 0,1 mm, til at måle murstenens areal.
* Målestok til at tjekke vanddybde (tommestok)
* Vand, og kande til at fylde efter med
* Fugtig klud, til at duppe dråber af mursten efter neddybning
* Evt.: en ovn til at tørre murstenene før prøvning, hvis de ikke kan stå tørt i nogle dage først

**Fremgangsmåde**

* Vej den tørre mursten, og noter vægten i gram (skema: ”Tør vægt”, kolonne D)
* Mål murstenens længde og bredde i mm, med skydelæren (skema: kolonne A og B)
* Læg stenen i vandbakken på understøtningerne, så at stenene er nedsænket i en dybde på
5 mm ± 1 mm under hele prøvningen. (Fyld evt. efter med vand efter hver sten)
* Stopuret startes.
* Efter nedsænkning i 60 sekunder ± 2 sekunder tages stenen op, stenen placeres på en fugtig klud og overfladevandet tørres af med en fugtig klud.
* Stenen vejes og vægt noteres (skema, ”Våd vægt” kolonne E)

**Beregning og angivelse af resultat**

* Find arealet af hver mursten ved at gange længde (A) og bredde (B) og skriv resultatet i kolonne C

 A x B = C (mm2)

* Find vægten af det opsugede vand, ved at trække tør vægt D fra våd vægt E, og skriv resultatet i kolonne F

 E – D = F (g)

* Beregn minutsug ved at dividere vægten af det opsugede vand F med arealet C
– pas på mm og g! husk at gange med 1000 for at få det til at passe: (F / C \* 1000 = G (kg/m2)
* Beregn middelværdien for alle målte sten: Sum af målte minutsug, divideret med antal sten

## Skema Minutsug

Skemaet benyttes til at notere mål og vægt, samt til udregning af resultat.

Regneark kan benyttes for automatisk beregning af areal, vægt af opsuget vand og minutsug.



**Supplerende oplysninger (evt.)**

Mursten, type: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Producent/leverandør: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Deklareret minutsug:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_