

Lathund för rapportskrivning:
L^AT_EX-mall



Författare
forfattare@student.ltu.se
Institutionen för teknikvetenskap och matematik



12 mars 2020

Sammanfattning

Sammanfattningen är fristående från rapporten i övrigt. Man skall kunna läsa sammanfattningen utan att ha läst rapporten, och tvärtom. I sammanfattningen skall det finnas en kort beskrivning av problem, metod och de viktigaste resultaten samt vad de medför. Den skall vara komplett, objektiv och lätt att förstå. Sammanfattningen skall sammanfatta arbetet och någon extra information, som inte finns i rapporten, får inte skrivas in i sammanfattningen. Sammanfattningen skall vara kort och bör maximalt innehålla 150–200 ord. Det ska inte finnas bilder eller figurer i sammanfattningen. Den bör inte innehålla referenser eller formler, men den ska beskriva de viktigaste resultaten.

Innehåll

1	Inledning	1
2	Teori	2
2.1	Teoriavsnitt ett	3
2.2	Teoriavsnitt två	3
3	Metod	4
3.1	Metodbeskrivning	4
3.2	Experimentell uppställning	4
3.3	Experimentell procedur	4
3.3.1	Mätmetod ett	4
3.3.2	Mätmetod två	4
4	Resultat	5
4.1	Underrubrik ett vid behov	5
4.1.1	Underavsnitt även här om så behövs	6
4.1.2	Underavsnitt två till underavsnitt under huvudavsnitt	6
4.2	Underrubrik två	6
5	Diskussion och slutsatser	7

Beteckningar

ρ Densitet (kg/m³)
 A Area (m²)

1 Inledning

Inledningen introducerar läsaren till problemställningen och ger bakgrunden till problemet. Inledningen är viktig för det är här som läsaren skall ledas in i hur författaren tänkt. Hela avsnittet bör skrivas så att läsaren logiskt och motiverat leds fram till den problemställning som rapporten behandlar. I inledningen skall det finnas en översikt över närliggande tidigare arbeten inom ämnet, en så kallad litteraturstudie. Även här gäller att göra läsaren intresserad så att hen läser vidare i rapporten. Slutklämmen i inledningen bör göras så att det blir en mjuk övergång från Inledning till nästa kapitel.

Här är ett exempel med referenser: "...kan beskrivas enligt [2]".

Ange syftet med arbetet dvs vad som vill åstadkommas med arbetet, frågeställningar och vilka avgränsningar som finns. Målen skall vara specifikt klarlagda samt i rapportens slutsatser ska det tydligt framgå hur målen uppnåtts.

2 Teori

Beskriv teori, antaganden och annat som ligger till grund för den metod och det arbetssätt som valts. Teorin ska belysa/diskutera/sammanfatta och koppla till problemställningen. Samtliga ekvationer, figurer och tabeller ska numreras i löpande ordning. Figurer och tabeller ska ha en kortfattad text som klart och tydligt anger vad de visar, se Tabell 1 och Figur 1. Med figurer avses bilder, diagram, grafer mm. Det ska inte finnas ytterligare rubrik i figuren än den som står i figurtexten. Om ej egentillverkad skall källa anges samt tillstånd av ägare erhållas. Dessutom ska alla figurer och tabeller hänvisas till i den löpande texten. När man använder sig av $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ så anpassas tabellernas och figurernas position för att optimera textflödet då man kompilerar. Detta gäller även när man publicerar vetenskapliga artiklar. På engelska säger man att de är "floats".

När det gäller ekvationer så utgör de en del av texten, vilket innebär att kommatecken och punkter används precis som att ekvationen var ett antal sammansatta ord i texten. Variabler och parametrar skrivs med samma font både i ekvationerna och i brödtexten. Vanligtvis så uttrycks variabler och parametrar i \mathbb{R} med hjälp av standardfont för matematik, t ex x och y , medan vektorer och matriser oftast uttrycks med upprätt font i fet stil. Vi illustrerar detta med hjälp av nedanstående exempel, som också utgör den teoretiska grunden för tolkning av resultaten som presenteras i avsnitt 4. Det finns många exempel på fysikaliska samband mellan en oberoende variabel x och en beroende variabel $y = f(x)$ som approximativt kan beskrivas med hjälp av en potensfunktion på formen

$$y = Cx^k, \quad (1)$$

där C och k kan bestämmas genom anpassning mot mätdata. Notera att i meningen ovan så läser man ekvationen som "...potensfunktion på formen y är lika med C gånger x upphöjt till k , där C och k kan bestämmas...". Konstanterna C och k bestäms vanligtvis genom linearisera (1) genom att logaritmera, dvs

$$\ln y = \ln C + k \ln x. \quad (2)$$

Om vi nu låter $\hat{z} = \ln y$, $w = \ln x$ och $m = \ln C$, så inser vi att (2) att $\hat{z}(w)$ beskriver följande linjära samband

$$\hat{z} = m + kw. \quad (3)$$

Låt oss anta att vi har tre uppsättningar mätdata (x_i, y_i) , där $i = 1 \dots 3$ att tillgå. Genom att logaritmera mätdata och att anta att det uppvisar en linjär relation så kan man använda teorin för potensfunktioner ovan tillsammans med minsta kvadratmetoden för att bestämma k och m i (3). Låt oss därför introducera matrisen \mathbf{A} och vektorn \mathbf{z} enligt

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & w_1 \\ 1 & w_2 \\ 1 & w_3 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{z} = \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \end{bmatrix}. \quad (4)$$

I vektornotation kan vi alltså uttrycka \hat{z} , som är en linjärkombination av kolumnerna i \mathbf{A} som

$$\hat{\mathbf{z}} = \mathbf{A}\mathbf{a}, \quad (5)$$

där $\mathbf{a} = [m, k]^T$. Minsta kvadratmetoden innebär att hitta den \mathbf{a} som minimerar längden¹ på vektorn mellan $\hat{\mathbf{z}}$ och vektorn \mathbf{z} .

Vi inser att den vektor $\mathbf{e} = \hat{\mathbf{z}} - \mathbf{z}$ med det kortaste avståndet $e := \|\mathbf{e}\| = \|\hat{\mathbf{z}} - \mathbf{z}\|$ är den som är vinkelrät mot kolonnrummet² till \mathbf{A} . Matematiskt innebär detta att

$$\mathbf{A}^T \mathbf{e} = 0. \quad (6)$$

Eftersom att $\mathbf{e} = \hat{\mathbf{z}} - \mathbf{z}$ så har vi alltså

$$\mathbf{A}^T (\hat{\mathbf{z}} - \mathbf{z}) = 0 \iff \mathbf{A}^T \hat{\mathbf{z}} = \mathbf{A}^T \mathbf{z} \iff \mathbf{A}^T \mathbf{A} \mathbf{a} = \mathbf{A}^T \mathbf{z}. \quad (7)$$

Lösningen \mathbf{a} till detta linjära system ges alltså av

$$\mathbf{a} = (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{z}. \quad (8)$$

Slutligen kan vi bestämma $C = e^m$ genom att invertera $m = \ln C$ och vi alltså anpassat en potensfunktion av typen (1) till mätdata.

¹Längden på en vektor i \mathbb{R}^n bestäms av det euklidiska avståndet mellan dess start och ändpunkt.

²Planet som kolonnerna i \mathbf{A} spänner upp.

2.1 Teoriavsnitt ett

Teoriavsnittet kan innehålla underrubriker. Kom bara ihåg att det alltid måste vara minst två, se avsnitt 2.2 nedan.

När man presenterar variabler som representerar fysikaliska storheter så bör man även skriva ut deras enheter. Vanligtvis betecknar kraft F och uttrycker dess enhet i Newton (N). Notera att ett mellanrum lämnas mellan det numeriska värdet och dess enheter. Undantag görs för procent (%) och grader ($^{\circ}$), som vanligtvis skrivs direkt efter det numeriska värdet, ex. 20% och 90° . Tyngdkraften på grund av massan $m = 100$ kg ges av $F = mg$, där $g \approx 9,82 \text{ m/s}^2$ är tyngdaccelerationen. Tyngdkraften blir alltså $F \approx 982 \text{ N}$.

2.2 Teoriavsnitt två

Om man inte kan dela upp sitt avsnitt under minst två underrubriker, så använder man sig av paragrafer för att dela upp texten. Liksom figurer, tabeller och ekvationer så kan man referera till olika avsnitt i rapporten. I sektion avsnitt 3 beskrivs härnäst hur man lämpligtvis presenterar den metoden man använt sig av.

3 Metod

Här beskrivs metoden, ofta är det lämpligt att dela upp texten i ett antal underrubriker. Använd alltid högst tre rubrik-nivåer. Detta avsnitt delas ibland upp i metodbeskrivning, experimentell uppställning och/eller teoretiskt angreppssätt samt arbetsgång.

3.1 Metodbeskrivning

Att redogöra för sin metod är viktigt bland annat för att förklara varför den valda metoden ger ett tillförlitligt resultat. Alla antaganden och förenklingar måste anges och motiveras. Definiera matematiska modeller så att andra ingenjörer och forskare kan förstå vad du gjort. Exempelvis utnyttjades MATLAB version 9.7 [1] för att analysera mätresultatet som visas i Tabell 1 samt plotta det linjäriserade datat och sambandet (3) i Figur 2.

3.2 Experimentell uppställning

Alla eventuella försöksuppställningar beskrivs på ett sådant sätt att andra kan upprepa samma försök och verifiera dina resultat. Utnyttja figurer som förenklar din beskrivning.

3.3 Experimentell procedur

Kom ihåg att det alltid ska vara minst två underrubriker i varje avsnitt. Det gäller även om man delar upp avsnittet under en underrubrik i underrubriker.

3.3.1 Mätmetod ett

I denna studie användes två olika mätmetoder. Den första beskrivs i detta avsnitt.

3.3.2 Mätmetod två

Mätmetod nummer två...

4 Resultat

Detta är förmodligen den största delen av rapporten. Här redovisas resultaten rakt på sak på ett objektivt/ neutralt sätt. Ofta är det lämpligt att dela upp texten i ett antal underrubriker. Materialet måste presenteras i logisk ordning, vilket inte behöver vara den ordning i vilken försöket/ arbetet har utförts.

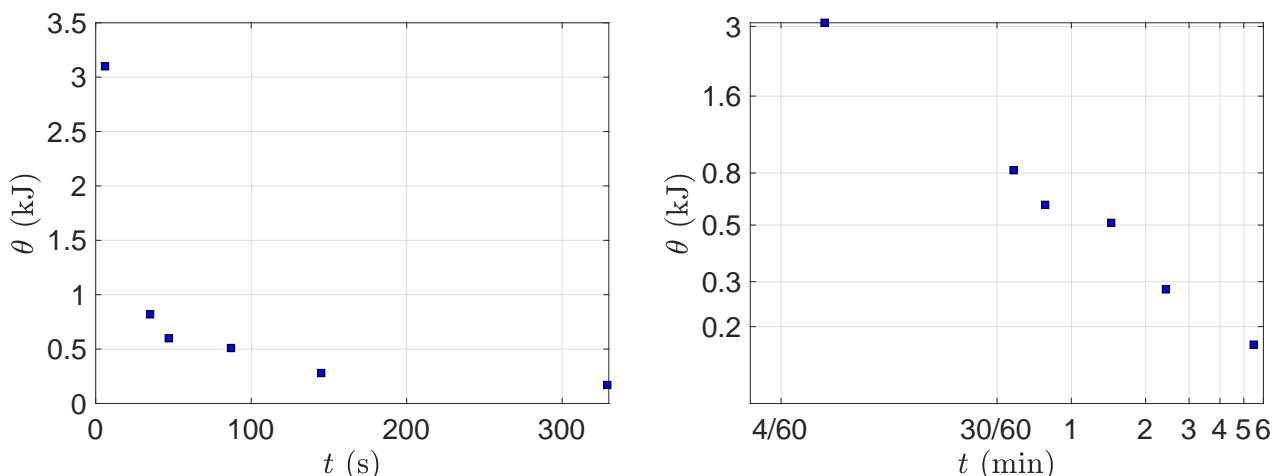
Läsaren skall kunna läsa rapporten utan att behöva bläddra fram och tillbaka. Det ska vara tydligt vad som är data respektive analys av data. Visas resultat i tabell- eller figurform så måste man i den löpande texten kortfattat beskriva vad man ser i figurerna/ tabellerna. De placeras med fördel i närheten (efter) där de först refererades till, men med tanke på hur de hanteras vid typsättning så kan man inte garantera att de hamnar just där man helst vill att de ska vara. En konsekvens av detta är att man inte bör referera till dem som “se Figur 2 nedan” eller “Tabell 1 ovan”. Man refererar rätt och slätt till dem med deras nummer och läsaren får lov att leta reda på var de befinner sig. Läsaren uppmanas nu att leta reda på Figur 2 och Tabell 1.

I Tabell 1 innehåller uppmätta värden för kvarvarande värmemängd θ (J) vid fyra olika tidpunkter t (s). Figur 1 åskådliggör de uppmätta värdena för kvarvarande värmemängd vid tidpunkterna tabellerade i Tabell 1

Tabell 1: Mätvärden för kvarvarande värmemängd θ vid ett antal olika tidpunkter t .

t (s)	6	35	47	87	145	329
θ (kJ)	3.10	0.82	0.60	0.51	0.28	0.17

på två olika sätt. Till vänster i figuren återges nämligen rådatat och till höger så återges logaritmerat data. Med



Figur 1: Till vänster: uppmätta värden för kvarvarande värmemängd i vid ett antal tidpunkter. Till höger: logaritmerat data.

hjälp av teorin i avsnitt 2 och mätvärdena i Tabell 1 anpassas en potensfunktion av typen

$$\theta = Ct^k. \quad (9)$$

Genom att använda minsta kvadratmetoden och då speciellt (8) kan vi bestämma $[m, k]^T$ till $[9.30, -0.72]^T$ med två decimalers noggrannhet. Det innebär således att

$$\hat{\theta} \approx 1100t^{-0.72}. \quad (10)$$

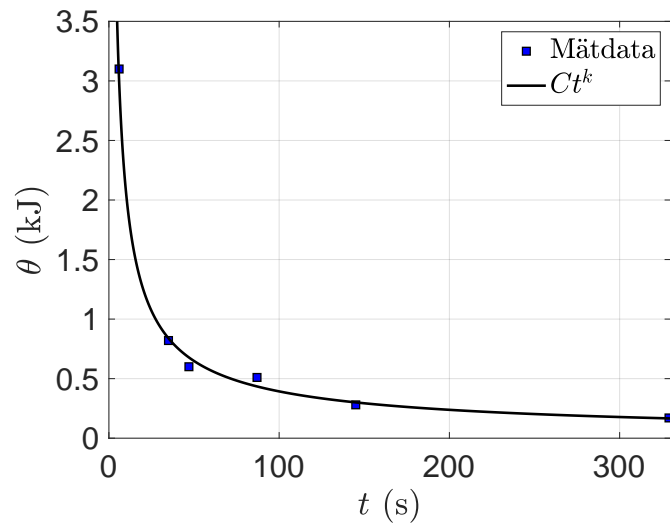
Figur 2 återger värdena för kvarvarande värmemängd i Tabell 1 tillsammans med den anpassade potensfunktionen $1100t^{-0.72}$. En vidare analys ger det relativa felet

$$\frac{\|\hat{\mathbf{z}} - \mathbf{z}\|}{\|\mathbf{z}\|} \approx 0.014 \quad (11)$$

För dem som är intresserade finns ett paket i $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X} 2_{\epsilon}$ för att skapa grafer direkt i källfilen. Kolla på <https://www.overleaf.com/latex/examples/latex-figures-using-tikzpicture-pgfplots-and-overpic>.

4.1 Underrubrik ett vid behov

Har man en så måste man ha två.



Figur 2: Uppmätta värden för kvarvarande värmemängd i vid ett antal tidpunkter tillsammans med den anpassade potensfunktionen $1100t^{-0.72}$.

4.1.1 Underavsnitt även här om så behövs

Men, har man en så måste man...

4.1.2 Underavsnitt två till underavsnitt under huvudavsnitt

...ha minst en till.

4.2 Underrubrik två

Denna ligger på samma nivå som underrubrik 4.1 och innebär att det finns minst två underrubriker till resultatavsnittet i denna rapport.

5 Diskussion och slutsatser

Här diskuteras (vad betyder/medför) resultaten utifrån ett vidare perspektiv och ställs i relation exempelvis till tidigare arbeten, referera i sådant fall till dessa. Utgående härifrån dras nödvändiga slutsatser som ska svara på de mål som angivits och vad resultaten har för relevans. Koppla slutsatser till uppställda mål. Diskutera felkällor och osäkerheter. Till exempel så skulle man här kunna nämna att “det relativa felet på ca 1.4% antyder att potensfunktion $1100t^{-0.72}$ representerar den kvarvarande värmen med relativt god noggrannhet”.

Det är även lämpligt att i denna del avsluta med förslag och rekommendationer på fortsatta studier och undersökningar i ämnet. “För att bättre kunna säkerställa approximationens noggrannhet behövs fler punkter mätdata”. Man kan dela upp diskussion, slutsatser och framtida studier i fristående kapitel.

Referenser

- [1] *MATLAB version 9.7 (R2019b)*. The Mathworks, Inc. Natick, Massachusetts, 2019.
- [2] Johan Sterte m. fl. “Application of the seed-film method for the preparation of structured molecular sieve catalysts”. I: *Catalysis Today* 69.1–4 (2001), s. 323 –329.