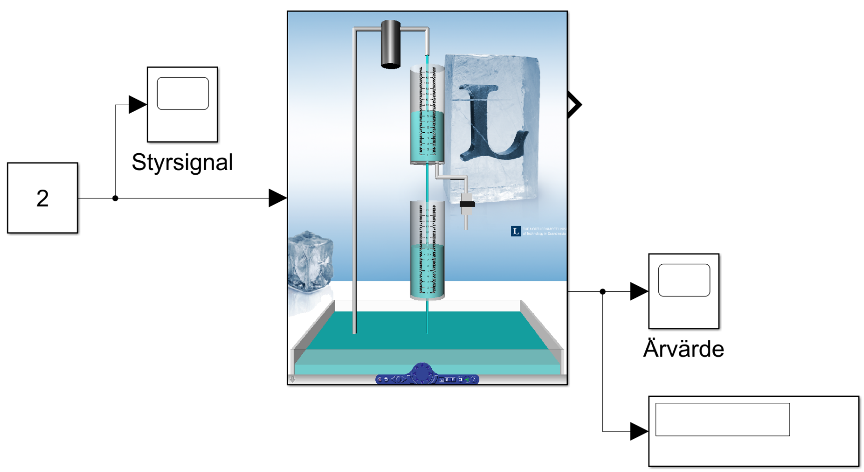
Lab 1 - Rapport

Oliver Högberg, olihgb-7

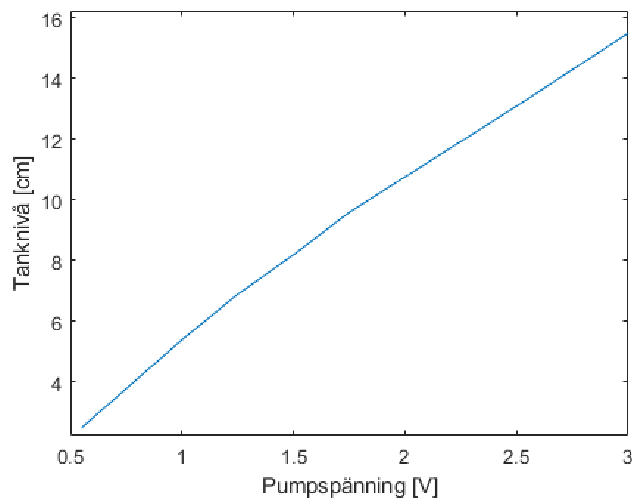
Sammanfattning

Syftet med denna laboration var att påbörja simulering och modellering av ett vattentanksystem med hjälp av matlab och simulink. Labben gick ut på att först konfigurera simuleringen och modelleringen via simulink för att sedan läsa av karaktäristiken av systemet som användes för att via Matlab kunna plotta olika karaktäristiska samband. Dessa plottar användes i sin tur av simuleringen i Simulink. Denna simulering gjorde det möjligt att finna olika parametervärden och för att vidare kunna ta fram en linjär modell för vattentanksystemet. Därefter kunde en P-regulator för systemet skapas och utifrån denna P-regulator inkopplat med systemet så kunde även reglerprestandan av P-regulatorn undersökas.

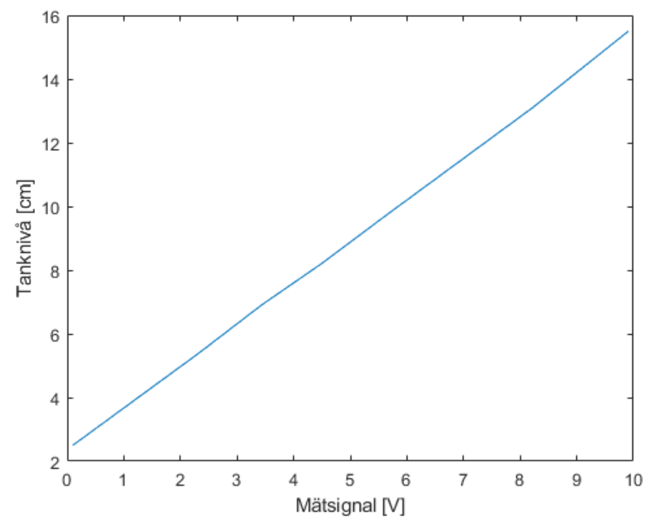
Hitta statisk karaktäristik



Figur 1 - Ursprunglig tankuppställning



Figur 2 - Karaktäristiken för sambandet mellan styrsignalen och den nedre tanknivån



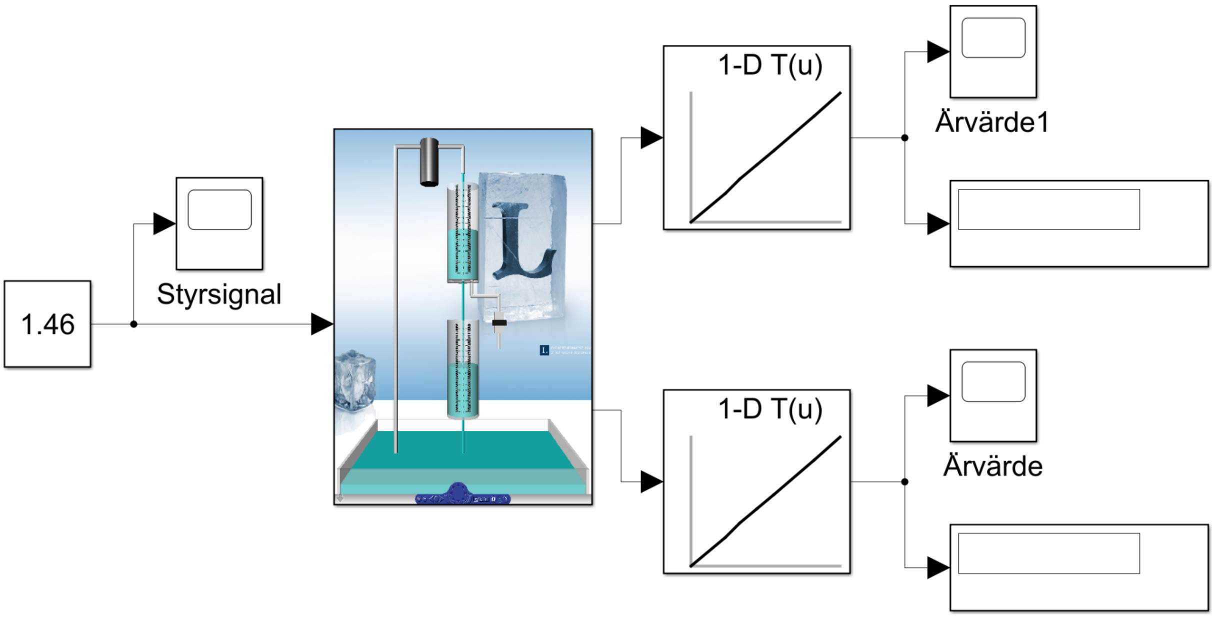
Figur 3 - Karaktäristiken för sambandet mellan ärvärdet och den nedre tanknivån

Utifrån figur 1 så visas den ursprungliga uppställningen av vattentanksystemet i simulink. Denna simulering gav då värden som kunde plottas i matlab för att visa både karaktäristiken för sambandet mellan styrsignalen (pumpspänningen) och den nedre tanknivån (se figur 2), samt karaktäristiken för sambandet mellan ärvärdet (mätsignalen) och den nedre tanknivån (se figur 3). Arbetspunkten kunde även hittas genom att läsa av styrsignalen vid 8 cm utifrån figur 2, vilken uppskattades till $u_0 \approx 1.46$ V. De värden som användes för dessa plottar var följande:

U = [0.55 1.00 1.25 1.50 1.75 2.50 3.00];
H = [2.5 5.4 6.9 8.2 9.6 13.1 15.5]
Y = [0.10 2.33 3.43 4.49 5.54 8.22 9.91];

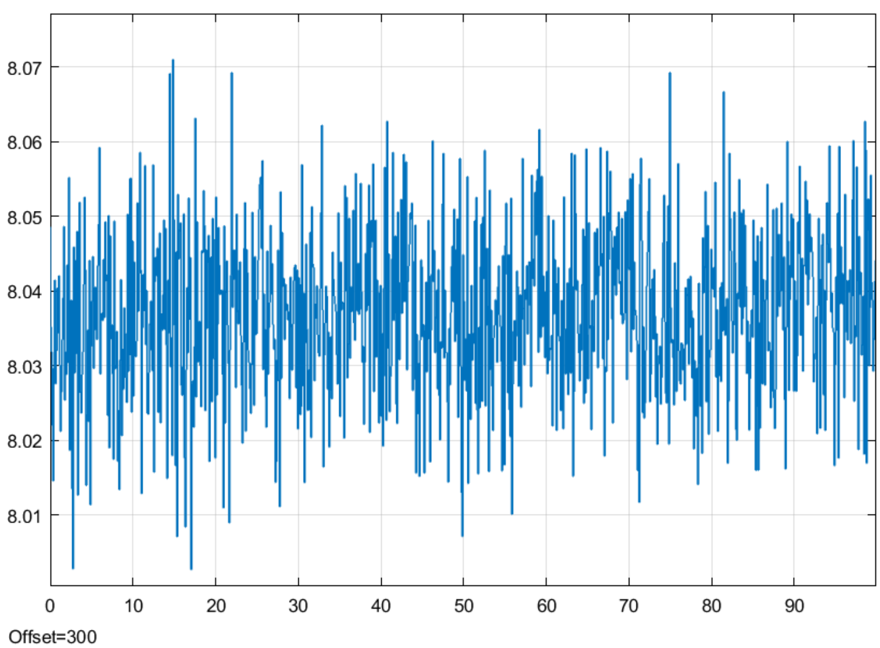
Här motsvarar U pumpspänning, H motsvarar tanknivåerna och Y motsvarar mätsignalerna.

Hitta parametervärden och modellera med hjälp av stegsvar



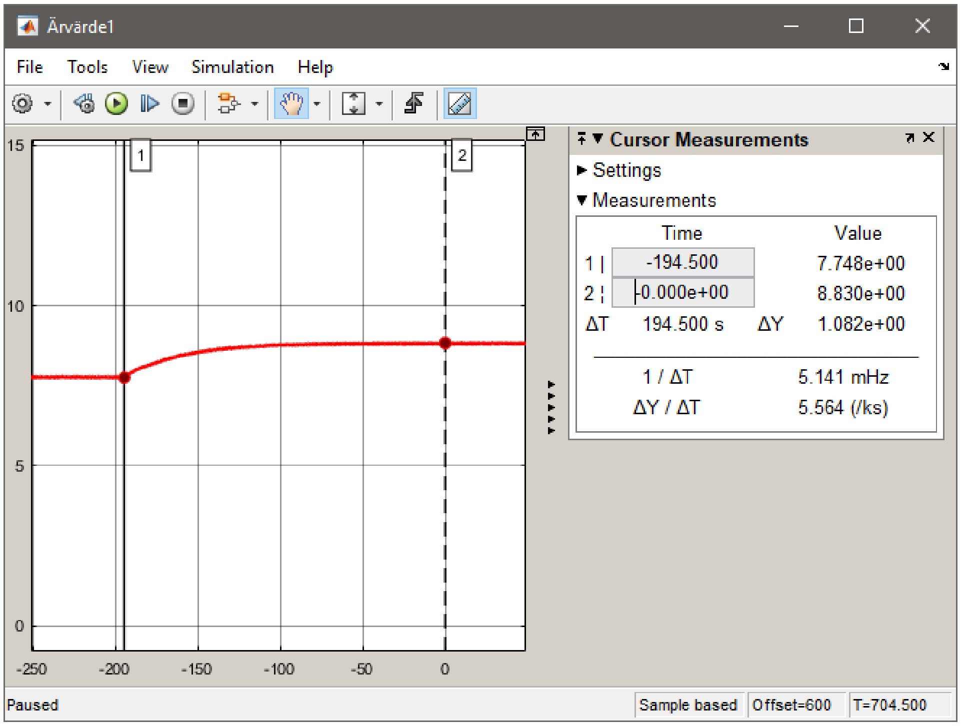
Figur 4 - Utökad tankuppställning

Efter att ha utökat modellen av systemet enligt figur 4 så kunde ärverdena läsas av som nivåerna på tankarna istället för mätsignaler i volt. Nu kunde mätbrusets toppvärde uppskattas (mellan tidsintervallet 300-400 sekunder) till ca 8.07 cm, vilket motsvarar en avvikelse på 0.07 cm från den karaktäristiska nivån på 8 cm (se figur 5).

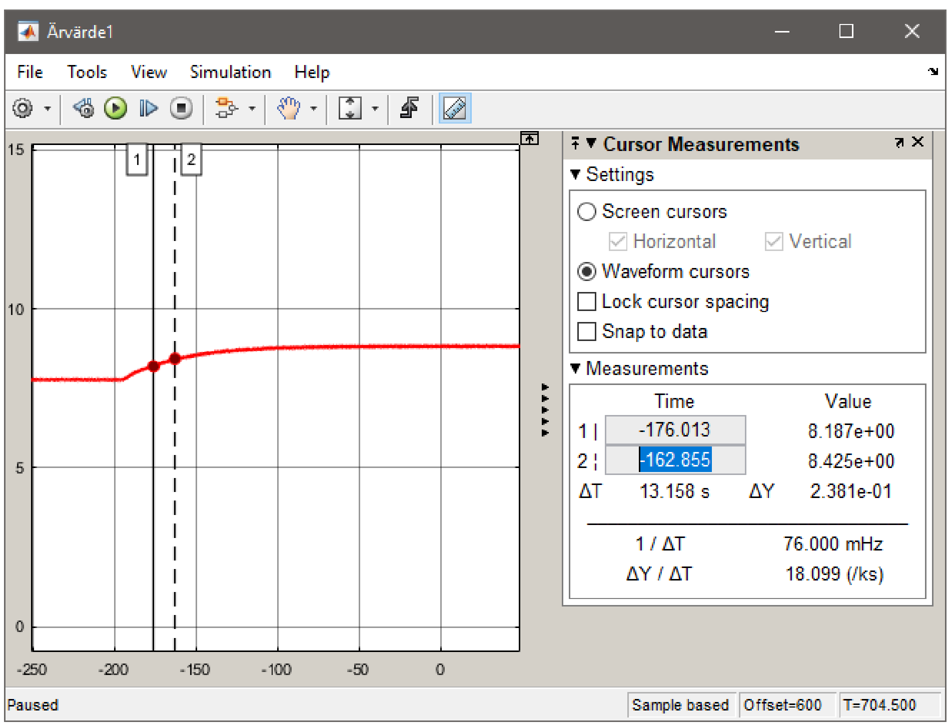


Figur 5 - Mätbrus

Efter detta så togs en linjär modell fram för tankuppställningen där tidskonstanten T för den övre tanken och den statistiska förstärkningen K togs fram för bägge tankar.



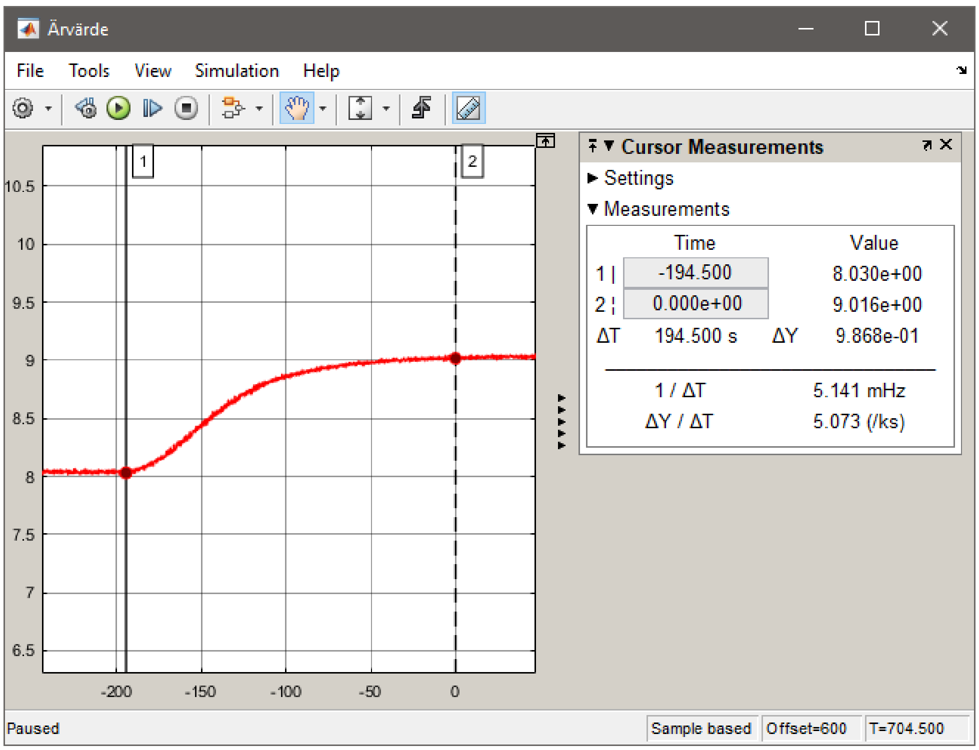
Figur 6 - Cursor measurements för övre tank (K-värde)



Figur 7 - Cursor measurements för övre tank (T-värde)

Utifrån figur 6 så kan värdena K och T tas fram för den övre tanken. K bestäms genom följande formel: $K = \Delta y_1/\Delta u$, där $\Delta y_1 = 8.830 - 7.748 = 1.082$ (skillnaden mellan tanknivån efter steget och tanknivån innan steget) och där Δu = 0.2 V. Vi får då K till $K = 1.082/0.2 = 5.41$.

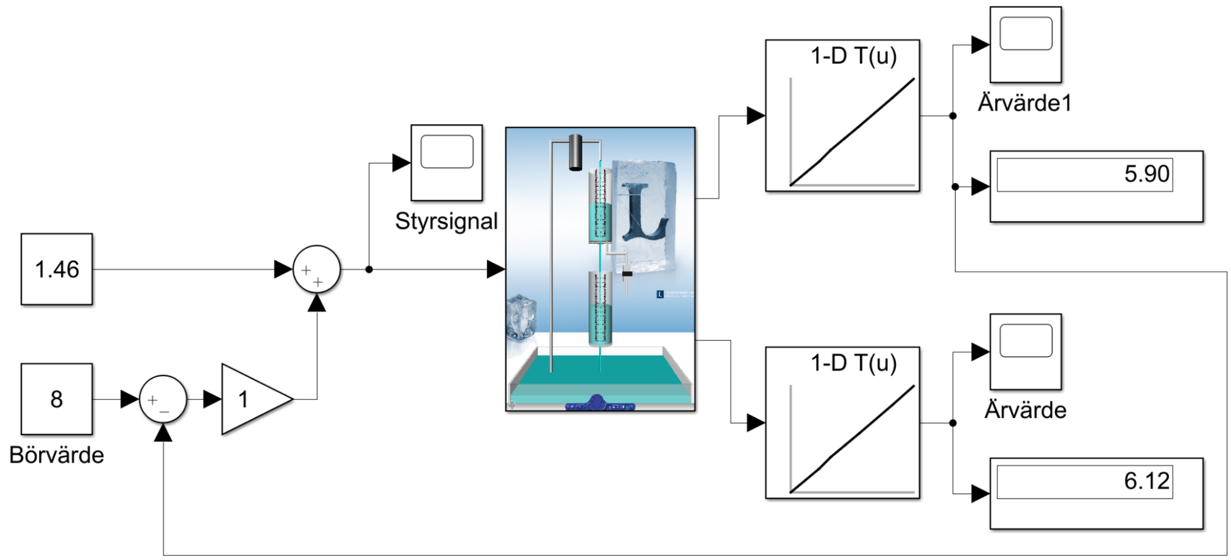
T tas fram som tiden det tar för ärvärdet att nå 63% av sitt slutvärde Δy_1. Det ger då att $\Delta y_1 \cdot 0.63 = 1.082 \cdot 0.63 = 0.6817 \Rightarrow y_1 = 7.748 + 0.6817 = 8.4297$, vilket är värdet 63% av sutvärdet Δy_1. Genom att avläsa tiden då $y_1 = 8.4297$ utifrån figur 7 så fås det att $T = tid\ vid\ 63\%\ av\ \Delta y_1 - t_0$, där t_0 avläses från figur 6 till -194.500. T blir då $T =- 162.855 -- 194.500 = 31.645$ sekunder.



Figur 8 - Cursor measurements för nedre tank

På samma sätt som ovan så tas även K fram för den nedre tanken. Δy bestäms utifrån figur 8 till $\Delta y = 9.016 - 8.030 = 0.9860$. Detta leder till att $K = \Delta y/\Delta u = 0.9860/0.2 = 4.93$.

P-regulator samt undersöka reglerprestanda



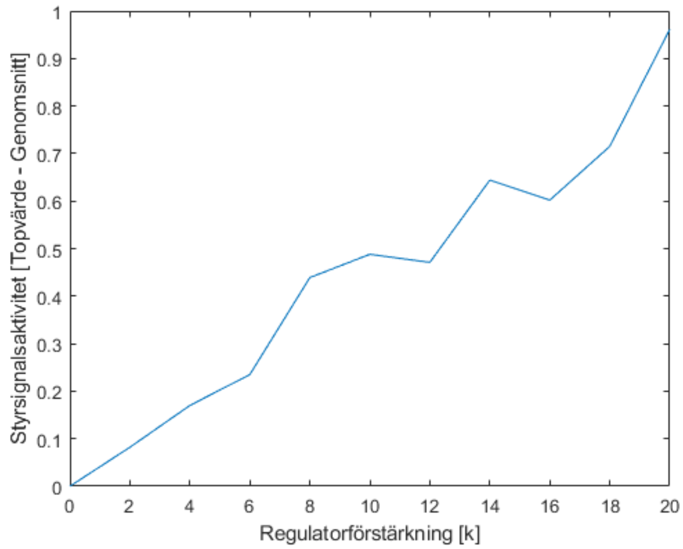
Figur 9 - P-regulator

Som figur 9 viar så har en P-regulator implementerats för nivån i den övre tanken. Detta gjordes via formeln $u = ke + u_0$. Hör motsvarar $e = r - y_1$ reglerfelet, r motsvarar börvärdet som sätts till 8 cm, y_1 motsvarar ärvärdet från den övre tanken, k är regulatorns förstärkning och u_0 är 1.50 V då det ursprungliga värdet för $u_0 \approx 1.46$ V som uppmätts tidigare behövdes justeras något för att den övre tanken skulle visa ärvärde på 8 cm.

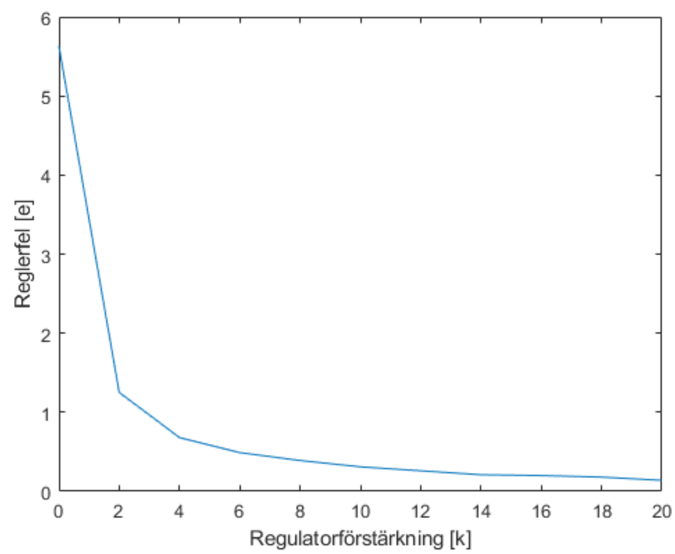
Med denna uppsättning så introduceras en stegstörning genom att i simuleringen av tankuppställningen vrida handventilen till 45°. Då kan en mätning av y_1 avläsas till 2.37 cm. Detta ger ett reglerfel på $e = 8 - 2.37 = 5.63$ cm. Detta är alltså utan reglering då k är satt till 0 för P-regulatorn.

Därefter ändras k till 1 och det nya värdet av y_1 kan nu avläsas till 5.92 cm vilket motsvarar $e = 8 - 5.92 = 2.08$ cm. Styrsignalens variation mellan toppvärde och genomsnittsnivån uppskattades under en tid till ca $3.611 - 3.575 = 0.036$.

Efter detta steg så ändrades värdet på k från 0-20 med ett intervall av 2 och y_1 värdena, reglerfelet samt styrsignalens variationer (skillnaderna mellan toppvärden och genomsnittet under olika intervall) noterades för varje nytt värde av k. Vi får då följande plottar som beskriver hur styrsignalaktiviteten beror av regulatorförstärkningen k (se figur 10) respektive hur reglerfelet e beror av regulatorförstärkningen k (se figur 11).



Figur 10 - Styrsignalaktiviteten beroende av regulatorförstärkningen



Figur 11 - Reglerfelet beroende av regulatorförstärkningen

Enligt figur 10 så kan vi konstatera att ju större värdet på k desto mer brus uppstår i styrsignalen, därav högre styrsignalsaktivitet. I figur 11 ser man även att reglerfelet minskar desto högre värde k som används. Enligt formeln $u = ke + u_0$, där $e = r - y_1$ så innebär det att då k ökar så så måste styrsignalen kompensera mer eftersom y_1 närmar sig börvärdet r. Det vill säga med större värden på k så går e mot 0. Formeln kommer då bli $u = u_0$ och systemet beror då helt på styrsignalens normalvärde u_0. Men eftersom systemet alldrig i praktiken kan nå $u = u_0$ (annat än då k = 0) så kompenseras detta genom styrsignalen vilket uppstår i form av brus.