

Programbeskrivning

Civilingenjörsutbildning inriktning mot kemiteknik 300hp

2018-10-10



Förord

Den första versionen av programbeskrivningen för civilingenjörsutbildningen i Kemiteknik utarbetades 2012 i samarbete med programansvarig för civilingenjörsutbildningen i Kemiteknik med fysik. Särskilt avsnitten *Syfte* och *Programmål* diskuterades i programrådet som är gemensamt för de båda programmen, lärarkollegier och programmets arbetsutskott (AUK). Den reviderade versionen från 2016 inkluderade förändringar som gjorts efter översynsarbetet för utbildningsområdet 2011 och de synpunkter som framkom efter UKÄ utvärderingen 2012-2013. Revisionen från 2018 har endast anpassat detta innehåll till Chalmers central riktlinjer för programbeskrivningar från 2017.

Programbeskrivningen är i första hand skrivet för lärare, programansvariga och studieadministratörer som arbetar med programmet och dess kurser. Dokumentets syfte är att vara ett verktyg för utveckling av programmet, både struktur och innehåll. Dokumentet kan också tjäna som en detaljerad beskrivning av utbildningen för teknologer som arbetar med utbildningsfrågor eller för avnämare som önskar mer information om programmet.

Lars Öhrström

Programansvarig Kemiteknik

Dokumentansvarig: Programansvarig kemiteknik Lars Öhrström (LÖ)
Första upplaga av Krister Ström (KS)

Datum	Uppdatering	Signatur
2008-06-12	Programmål. Designmatris.	KS
2009-02-10	Uppdatering av listan med Masterprogram utifrån nytt VRbeslut. Ny kurs Produkter och processer för ett hållbart samhälle. Uppdatering av programdesignmatris.	KS
2011-11-21	Ny programplan samt uppdaterat examensmål i förhållande till program mål	KS
2012-12-18	Uppdaterad programplan samt programmålets koppling till examensmål.	KS
2016-03-01	Uppdaterad programplan.	LÖ
2018-10-10	Uppdaterad enligt Chalmers riktlinjer från 2017	LÖ

Innehållsförteckning

FÖRORD	2
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	4
INLEDNING	6
1. PROGRAMSYFTE	6
2. PROGRAMLÄRANDEMÅL	6
2.1 Programmets lärandemål	6
2.2 Examenordningens mål	Error! Bookmark not defined.
3. PROGRAMIDÉ	10
Övergripande programidé	10
Matematik och beräkningsmetodik	11
Kemi	11
Fysik	11
Kemiteknik	11
Miljö och hållbar utveckling	12
Valfria kurser	12
Samhällsfrågor	12
Organisation, språk, kommunikation och ekonomi	12
Laborationer och projekt	13
4. PROGRAMPLAN FÖR KANDIDATDELEN	13
* En av de kursiverade kurserna ska väljas	14
5. MASTERPROGRAM	15

6. KOPPLING PROGRAMMÅL OCH PROGRAMPLAN

15

Inledning

Civilingenjörsutbildningen i kemiteknik har en stor tonvikt på grundläggande kemi och kemiteknik vilande på en grund av matematik enligt traditionell skandinaviskt-europeiskt snitt. Sammansättningen av kurser under programmets kandidatdel ger studenterna möjligheter att läsa masterprogram med möjlighet till specialisering inom kemi, material eller processteknik men också styr- och reglerteknik samt teknisk matematik.

1. Programsyfte

Utbildningsprogrammet i kemiteknik syftar till att fylla näringslivets och samhällets efterfrågan och behov av kvalificerade kemitekniker där arbete med utveckling, produktion, kontroll, planering och marknadsföring är av betydelse. Utbildningen ska vara internationellt gångbar och konkurrenskraftig samt ge goda teoretiska och praktiska kunskaper inom såväl grundläggande kemi som kemiteknik och matematik samt utveckla personliga egenskaper och attityder som bidrar till ett framgångsrikt yrkesliv. Efter slutförd utbildning ska den examinerade civilingenjören ha förutsättningar att bedriva forskarstudier samt följa teknikområdets utveckling och ha en bas för det livslånga lärandet.

2. Programlärandemål

Programmålen avseende grundläggande kunskaper inom matematik, fysik, kemi och kemiteknik har formulerats på en tämligen detaljerad nivå. Tanken är att med en konkret och detaljerad beskrivning av utbildningens bas underlättas med att anpassa nivån på tillämpade kurser samt urval av masterprogram. Kopplingen till examensordningens mål för civilingenjörsexamen framgår av avsnitt 2.3.

2.1 Programmets lärandemål relaterade till examenordningens mål (A-C)

A Kunskap och förståelse (Examensordningens mål redovisas kursivt)

- *visa kunskap om det valda teknikområdets vetenskapliga grund och beprövade erfarenhet samt insikt i aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete.*
- *visa såväl brett kunnande inom det valda teknikområdet, inbegripet kunskaper i matematik och naturvetenskap, som väsentligt fördjupade kunskaper inom vissa delar av området*

1. Kunna tillämpa matematik samt mekanik och vågfysik inom kemi, tillämpad kemi och kemiteknik. Centralt är att:
 - 1.1. kunna lösa linjära och icke-linjära ekvationssystem analytiskt och numeriskt.
 - 1.2. kunna lösa ordinära differentialekvationer, separabla, linjär inhomogen med konstanta koefficienter.

- 1.3. kunna numeriskt lösa system av linjär och icke-linjära ordinära differentialekvationer, inklusive omskrivning till system av första ordningens differentialekvationer.
- 1.4. kunna lösa egenvärdesproblem för diskreta och kontinuerliga system.
- 1.5. kunna lösa partiella differentialekvationer approximativt och analytiskt.
- 1.6. kunna använda sannolikhetslära och statistik vid utvärdering av experiment.
- 1.7. kunna tillämpa mekanikens begrepp och lagar för att bestämma krafter och rörelser för partiklar och system av partiklar samt beskriva vågrörelser och vågutbredning.
- 1.8. kunna använda beräkningsprogram för att utifrån observationer och modeller lösa tekniska frågeställningar.
2. Ha insikt om och kunna tillämpa kemiämnen som organisk, oorganisk, fysikalisk och analytisk kemi samt biokemi på sammansatta problem.
 - 2.1. kunna redogöra för atomens struktur och det periodiska systemets uppbyggnad.
 - 2.2. kunna redogöra för de vanligast förekommande modellerna för kemisk bindning och med hjälp av detta göra förutsägelser om molekylers struktur och egenskaper.
 - 2.3. grundläggande förståelse av intermolekylära krafter och deras inverkan på gaser, vätskor och fasta fasers egenskaper baserat på molekylära och matematiska modeller.
 - 2.4. kunna genomföra stökiometriska beräkningar, balansera reaktionsformler samt utföra enkla jämviktsberäkningar.
 - 2.5. kunna redogöra för termodynamikens huvudsatser och till dessa kopplade begrepp samt kunna genomföra termodynamiska beräkningar.
 - 2.6. förstå jämviktsbegreppet och dess koppling termodynamiken och genomföra beräkningar på kemisk jämvikt samt fasjämvikt.
 - 2.7. förstå hur ett hastighetsuttryck beskriver en reaktions tidsberoende och hur det kopplar till reaktionsmekanismen och jämviktskonstanten. Kunna analysera experimentella kinetiska data samt känna till reaktions-hastighetens beroende av koncentration och temperatur.

- 2.8. kunna beskriva kemisk bindning, molekylspektra, dynamiska förlopp och termodynamisk egenskaper utifrån kvantmekanik och statistisk mekanik.
- 2.9. ha grundläggande kunskaper i instrumentell analytisk kemi avseende nomenklatur, metodik, instrumentering och databehandling samt val av analysmetod.
- 2.10. kunna använda enkla teoretiska modeller för att beskriva hur kemiskbindning uppstår och bryts och hur detta kopplar till förändringar avseende struktur och energi.
3. Förstå och kunna tillämpa kemiteknikämnen som transportprocesser, reaktionsteknik, separationsteknik, energiteknik och reglerteknik på tekniska problem och processer som knyter an till kemiteknik.
 - 3.1. grundläggande förståelse för impuls-, mass- och värmetransport samt kunna redogöra för dessa förlopp.
 - 3.2. kunna genomföra beräkningar samt beskriva enskild eller system av apparatur för enhetsoperationer med värme och/eller massöverföring mellan faser samt för enhetsoperationer med kemisk omsättning med fokus på homogena och heterogena system.
 - 3.3. grundläggande kunskap om reglertekniska design- och analysmetoder för att kunna lösa enklare reglerproblem.
 - 3.4. kunna genomföra en kostnadsuppskattning för en process avseende investerings- och driftkostnad.
4. Ha kunskaper i yt- och materialkemi med tonvikt på polymera material
 - 4.1. grundläggande kunskaper om funktionen hos ytaktiva ämnen och speciellt tensider.
 - 4.2. grundläggande kunskaper om polymerers uppträdande i lösning och fast tillstånd samt formulering av plasters egenskaper.
5. Ha nödvändiga kunskaper för forskarutbildning inom teknikområdet.

B Färdighet och förmåga

- *visa förmåga att utveckla och utforma produkter, processer och system med hänsyn till människors förutsättningar och behov och samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling.*

6. Kunna göra bedömningar av risker förknippade med olika kemiska ämnen och processer samt kunna analysera utnyttjandet av olika ämnen och processer ur ett hållbarhetsperspektiv.
 - 6.1. kunna bedöma risker samt miljö- och hälsoaspekter vid laborativt arbete, produktion, användning/konsumtion och destruktion/återvinning av produkter.
 - 6.2. insikt om koppling mellan kemi, kemiteknik, miljö och samhälle samt vad hållbar utveckling inom områdena innebär och hur det kan uppnås.
 - 6.3. kunna använda verktyg för livscykelanalys för produkter alternativt processer.
- *Visa förmåga att med helhetssyn kritiskt, självständigt och kreativt identifiera, formulera och hantera komplexa frågeställningar samt att delta i forsknings- och utvecklingsarbete och därigenom bidra till kunskapsutvecklingen.*
- *visa förmåga att skapa, analysera och kritiskt utvärdera olika tekniska lösningar.*
- *visa förmåga att planera och med adekvata metoder genomföra kvalificerade uppgifter inom givna ramar.*
- *visa förmåga att kritiskt och systematiskt integrera kunskap samt visa förmåga att modellera, simulera, förutsäga och utvärdera skeenden även med begränsad information.*
7. Ha förmåga att i laboratorieskala och större skala kunna planera, genomföra och utvärdera experimentella försök och projekt samt kritiskt granska resultatet från dessa.
8. Kunna formulera modeller samt programmera lösningar till modeller och matematiska formuleringar och ha kunskap om modellernas begränsningar.
9. Kunna samla in, analysera och utvärdera information som finns publicerat inom teknikområdet samt följa områdets utveckling.
- *visa förmåga till lagarbete och samverkan i grupper med olika sammansättning.*
- *visa förmåga att i såväl nationella som internationella sammanhang muntligt och skriftligt i dialog med olika grupper klart redogöra för och diskutera sina slutsatser och den kunskap och de argument som ligger till grund för dessa.*

10. Kunna redovisa och presentera resultat på svenska och engelska för inte enbart tekniker inom ämnesområdet och kunna diskutera och argumentera för sin slutsatser.

11. Kunna arbeta effektivt både självständigt och i grupp samt vara medveten om grupperns dynamik.

C. Värderingsförmåga och förhållningssätt

- *visa förmåga att göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, samhällliga och etiska aspekter samt visa medvetenhet om etiska aspekter på forsknings- och utvecklingsarbete.*
- *visa insikt i teknikens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för hur den används, inbegripet sociala och ekonomiska aspekter samt miljö- och arbetsmiljöaspekter.*
- *visa förmåga att identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och att fortlöpande utveckla sin kompetens.*

Förutom ovan nämnda mål

6. Kunna göra bedömningar av risker förknippade med olika kemiska ämnen och processer samt kunna analysera utnyttjandet av olika ämnen och processer ur ett hållbarhetsperspektiv.

9. Kunna samla in, analysera och utvärdera information som finns publicerat inom teknikområdet samt följa områdets utveckling.

även

12. Ha insikt i teknikområdets möjligheter och begränsningar och hur samhälls- och teknikutvecklingen påverkar varandra, inbegripet etiska, sociala, ekonomiska samt miljö-, hållbarhets- och arbetsmiljöaspekter.

3. Programidé

3.1 Övergripande programidé

Teknologen ska efter genomförd kandidatutbildning, grundläggande nivå, ha goda baskunskaper i kemi, kemiteknik och matematik vilket ska ge teknologen möjlighet att välja masterprogram, avancerad nivå, efter intresse och fallenhet. Den examinerade civilingenjören ska efter grundläggande och avancerad nivå ha goda kunskaper och generellt användbara verktyg för kvalificerat kemitekniskt ingenjör-arbete.

Civilingenjörsutbildningen ska sammantaget ge gedigna generella baskunskaper, experimentell färdighet och förmåga att kombinera kunskaper från olika ämnesområden för att analysera och behandla komplicerade problem.

3.2 Matematik och beräkningsmetodik

Den inledande kurserna i matematik; *Envariabelanalys och analytisk geometri, Linjär algebra och analys fortsättning* samt *Flervariabelanalys*, 22.5 hp, ger en introduktion till matematisk modellering, beräkningsteknik samt programmering. Dessa kurser följs upp under årskurs 2 av *Tillämpad matematik*, 7.5 hp, där matematiska modeller studeras för processer där reaktion och produktion samt transportmekanismer som diffusion och konvektion ingår. Moment som knyter an till kemitekniska applikationer. *Matematisk statistik*, 7.5 hp, ger studenterna matematiska verktyg viktiga för kemister och kemitekniker för både planering och utvärdering av experiment och observationer. Inom ramen för valbar kurs i kandidatdelen ges kursen *Matematisk modellering i kemitekniken*, 7.5 hp, vilken ger en fördjupning i matematisk modellering för kemitekniska sammanhang (ges av Inst. för kemi och kemiteknik).

3.3 Kemi

Under de tre första läsperioderna under årskurs ett löper kursen *Kemi med biokemi*, 22.5 hp. Kursen ger en bred bas för kortsatta studier inom kemi och kemiteknik. *Kemi med biokemi* är samordnad med de parallella matematikkurserna syftande till att programmerings- och matematikkunskaper appliceras på kemiproblem av med fokus på jämvikt, kinetik och kvantkemi. Under årskurs 2 fördjupas kemiblocket med *Fysikalisk kemi* 7.5 hp, med fördjupning på kemins teoretiska grunder, samt *Oorganisk och organisk kemi* 7.5 hp, där kunskapen är viktig för många tillämpningar ex.vis katalys, syntes och materialområdet. Orientering om instrumentella analytiska metoder som används inom näringsliv och forskning samt metodik och nomenklatur ges i kursen *Analytisk kemi* 4.5 hp, under årskurs tre läsperiod ett. Parallellt studeras kolloidkemi och organiska polymerer i kursen *Kolloider och polymerer* 4.5 hp.

3.4 Fysik

Mekanikens begrepp och lagar samt vågrörelselära studeras i kursen *Fysik* 7.5 hp under läsperiod fyra i årskurs ett. Moment som är bas för fortsatta studier i kemi och kemiteknik.

3.5 Kemiteknik

Kemiteknik introduceras i årskurs ett med kursen *Kemiteknik, miljö, samhälle* 4.5 hp där det ges en insikt i dess kopplingar till varandra. Här införs också beräkningar på kemitekniska processer samt att simuleringsprogram av kemitekniska operationer introduceras. Under hösten i årskurs två studeras teknisk och kemisk termodynamik i *Termodynamik* 7.5 hp. Denna kurs följs av *Transportprocesser* 7,5 hp där enhetsförloppen för impuls-, mass- och värmetransport studeras. Teknologerna har då fått en bred bas för att studera enhetsoperationerna i kurserna *Grundläggande kemiteknik*, 10,5 hp samt *Energiteknik och miljö*, 6 hp. Under hösten i årskurs tre fortsätter kemitekniken med *Separations- och apparatteknik*, 6 hp, samt *Kemisk reaktionsteknik*, 6 hp. Avslutande kurs på kemiteknikblocket är *Reglerteknik och mätteknik*, 6 hp, där grundläggande reglerteknik tillsammans med sensorer av

betydelse för den kemiska processindustrin studeras. Viktigt att notera är att aspekter på miljö och hållbar utveckling kommer in i de flesta av dessa kurser och att de specifika kurser som beskrivs under denna rubrik i nästa avsnitt samtliga också innehåller bitar av kemiteknik.

3.5 Miljö och hållbar utveckling

Miljö och hållbar utveckling är självklara begrepp inom civilingenjörsutbildningen i kemiteknik och de flesta kurserna inom kemi och kemiteknik behandlar dessa aspekter. Civilingenjörskravet på 7.5 hp miljö och hållbar utveckling tillgodoses i programmet genom kurserna *Kemisk miljövetenskap* 4.5 hp och *Perspektiv på kemiteknisk verksamhet*, 6 hp. Moment som tas upp i dessa kurser är kemiska hälsorisker, toxikologi, miljöfrågor, miljö och hälsoaspekter på energianvändning och storskalig förbränning samt även utmaningarna i att förändra kemiteknisk verksamhet i en hållbar riktning, inklusive sociala och ekonomiska aspekter. Under årskurs tre ingår den obligatoriska kursen *Produkter och processer i ett hållbart samhälle*, 7.5 hp. Kursen avser att ge redskap för hantering av kedjan funktion - produkt - process i ett hållbarhetsperspektiv.

3.6 Valfria kurser

Under läsperiod fyra, årskurs tre, ska studenterna att välja en valfri kurs som läses parallellt med kandidatarbetet. Valet av kurs är inte styrande för vilket masterprogram man önskar läsa på civilingenjörsutbildningens avancerade nivå. Kurser som ges är *Kemi och material*, 7.5 hp, och *Matematisk modellering*, 7.5 hp.

3.7 Samhällsfrågor

Förutom sitt tekniska kunnande ska ingenjören ta hänsyn till samhälleliga och etiska perspektiv, därför är ett krav för en civilingenjörsexamen från Chalmers minst 7.5 hp inom Människa, Teknik, Samhälle (MTS). Dessa ingår inte i kandidatdelen utan måste läsas inom det valfria blocket under det avslutande masterprogrammet. och studenten ska välja någon av Chalmers MTS kurser t.ex. direkt kemiteknikrelaterade kursen *Resurser och innovationer i ett kemiskt och historiskt perspektiv*, 7.5 hp

3.8 Organisation, språk, kommunikation och ekonomi

Frågor rörande planering och genomförande av projekt tas upp under kandidatarbetet i årskurs tre. Här berörs också frågor kring grupperns dynamik.

Under kandidatdelen av utbildningen är fokus på svenska i muntlig och skriftlig framställning. Dels för att befästa svensk terminologi, men också för att fokusera på skrivprocessen och presentationstekniken, utan att ha den extra barriär som ett främmande språk innebär. Under årskurs ett tas framför allt frågor om skriftlig presentation upp i kursen *Kemi och biokemi* och i *Perspektiv på kemiteknisk verksamhet* finns ett explicit lärandemål om muntligt presentationsteknik. Flitigt utrymme till att öva dessa färdigheter ges sedan i flera kurser under årskurserna två och tre.

Kandidatdelen av utbildningen rymmer inte någon kurs i industriell ekonomi men ekonomiska frågeställningar tas upp i samband med kemitekniska designproblem, speciellt under designprojektet i *Grundläggande kemiteknik* i årskurs två.

3.9 Laborationer och projekt

I en kemiteknikutbildning är laborationer och projekt en viktig del av utbildningens innehåll. En civilingenjör i kemiteknik har nära kontakt med experimentell verksamhet. Den experimentella färdigheten är viktig att teknologen tillgodogör sig under utbildningen så att god vana vid experimentellt arbete erhålls både i laboratorieskala som i pilot- och fullskala. Ingredienser i detta är också kännedom om moderna mätmetoder, riskmedvetande och säkerhetstänkande.

Laborativt arbete ingår mer eller mindre i samtliga kurser i utbildningen där studenterna ges möjligheter att öva planering, genomförande och rapportering. Ytterligare träning får teknologerna i ett antal större projekt under utbildningen. I årskurs ett finns projekt inom ramen för kurserna *Kemi med biokemi* samt *Perspektiv på kemiteknisk verksamhet*. I årskurs två finns ett mindre beräkningsprojekt i *Termodynamik* samt ett större designprojekt i *Grundläggande kemiteknik*. Projektuppgifter finns exempelvis i kurserna *Energiteknik* samt *Matematisk modellering i kemitekniken*. Årskursen tre avslutas med *Kandidatarbete*, 15 hp, där teknologerna arbetar i grupp med max sex studenter inom ramen för ett större projekt som sträcker sig över två läsperioder, där studenterna arbetar på halvtid.

Avdelningen för fackspråk och kommunikation deltar under årskurs ett med ett moment om kommunikations- och skrivprocesser. Detta fördjupas ytterligare tillsammans med Avdelningen för fackspråk och kommunikation under *Kandidatarbetet*, där teknologerna sina skrivna alster bedömda.

Chalmers bibliotek ger under årskurs ett en liten kurs i informationskompetens som sedan fördjupas ytterligare i anslutning till *Kandidatarbetet*.

Under *Kandidatarbetet* ges ett antal seminarier och seminarieuppgifter om projektarbetsfärdigheter och gruppdynamik av Teknikens ekonomi och organisation.

4. Programplan för kandidatdelen

Programplanen för Kemiteknikprogrammet framgår av tabell 1 nedan. Utbildningen inleds med de två kurserna *Envariabelanalys och analytisk geometri* (MVE460), och *Kemi med biokemi* (KBT260). Kemikursen studeras under de tre första läsperioderna och är delvis integrerad med de följande matematikkurserna *Linjär algebra och analys fortsättning* (MVE465) samt *Flervariabelanalys* (MVE470). och samläses med civilingenjörsprogrammen Kf och Bt. Under läsperiod fyra introduceras kemiteknikblocket och miljö och hållbar utveckling med *Perspektiv på kemiteknisk verksamhet* (KBT270) vidare läses *Fysik* (FFY401) vilken samläses med civilingenjörsprogrammet i Elektroteknik.

Årskurs två innehåller ett kemiteknikblock; *Termodynamik* (KVM091), *Transportprocesser* (KAA060), *Grundläggande kemiteknik* (KAA146) och *Kemisk reaktionsteknik* (KBT275) samt kemikurserna *Fysikalisk kemi* (KFK053) och *Oorganisk och organisk kemi* (KOK081). Dessutom två kurserna inom matematikblocket *Tillämpad matematik* (samläses med Bt, TMA683) och *Matematisk statistik* (TMA074).

Kemitekniken fortsätter under höstterminen årskurs tre med *Separations- och apparatteknik* (KAA095), *Reglerteknik och mätteknik* (ESS217) samt *Energiteknik* (ENM160). Under hösten ingår de mer tillämpade kemikurserna *Kolloider och polymerer* (KTK106) och *Analytisk kemi* (KAM010) samt miljökursen *Kemisk miljövetenskap* (KKM051). Under vårterminen genomförs *Kandidatarbetet* samtidigt som studenterna ska läsa en valfri kurs, *Matematisk modellering i kemitekniken* (KAA051) eller *Kemi och material* (KBT290). *Kandidatarbetet* genomförs normalt vid institutionerna för Kemi och kemiteknik, Biologi och bioteknik, Matematiska vetenskaper eller Energi och miljö.

Tabell 1. Programplan för Kemiteknikprogrammet

Årskurs 1			
<u>Läsperiod 1</u>	<u>Läsperiod 2</u>	<u>Läsperiod 3</u>	<u>Läsperiod 4</u>
Kemi med biokemi 7.5 hp	Kemi med biokemi 7.5 hp	Kemi med biokemi 9 hp	Fysik 7.5 hp
Envariabelanalys och analytisk geometri 7.5 hp	Linjär algebra och analys fortsättning 7.5 hp	Flervariabelanalys 7.5 hp	Perspektiv på kemiteknisk verksamhet 6 hp
Årskurs 2			
<u>Läsperiod 1</u>	<u>Läsperiod 2</u>	<u>Läsperiod 3</u>	<u>Läsperiod 4</u>
Termodynamik 7.5 hp	Transportprocesser 7.5 hp	Grundläggande kemiteknik 7.5 hp	Grundläggande kemiteknik 3 hp
Matematisk statistik 7.5 hp	Tillämpad matematik 7.5 hp	Fysikalisk kemi 7.5 hp	Kemisk reaktionsteknik 4.5 hp
			Oorganisk och organisk kemi 7.5 hp
Årskurs 3			
<u>Läsperiod 1</u>	<u>Läsperiod 2</u>	<u>Läsperiod 3</u>	<u>Läsperiod 4*</u>
Separations- och apparatteknik 6 hp	Reglerteknik och mätteknik 6 hp	Produkter och processer i ett hållbart samhälle 7.5 hp	<i>Matematisk modellering i kemitekniken</i> 7.5 hp
Analytisk kemi 4.5 hp	Kemisk miljövet., 4.5 hp	Kandidatarbete 7.5 hp	<i>Kemi och material</i> 7.5 hp
Kolloider & polymerer 4.5 hp	Energiteknik 4.5 hp		Kandidatarbete 7.5 hp

* En av de kursiverade kurserna ska väljas

5. Masterprogram

Chalmers masterprogram ges, med ett undantag, på engelska.

Av Chalmers masterprogram leder följande till en civilingenjörsexamen i kemiteknik

- Bioteknik
- Hållbara energisystem
- Industriell ekologi
- Innovativ och hållbar kemiteknik
- Matematik och beräkningsvetenskap
- Materialkemi
- Nanoteknologi
- Systemteknik, reglerteknik och mekatronik
- Lärande och ledarskap (ges på svenska)

Till de fem masterprogrammen *Bioteknik*, *Innovativ och hållbar kemiteknik*, *Materialkemi*, *Hållbara energisystem* och *Nanoteknologi* har studenter på kemiteknikprogrammet garantiplats.

En del av mastersprogrammen kräver att studenten väljer en viss kurs tidigt under masterdelen för att uppfylla speciella förkunskapskrav.

6. Programdesignmatrisen

Kopplingen mellan målen och de kurser som ingår i programmet framgår av tabell 2. Följande beteckningar används;

I	Introducera	Kunskapen eller färdigheten berörs i kursen, men examineras inte och nämns inte explicit i kursmålen.
U	Undervisa	Kunskapen eller färdigheten finns i kursmålen. Den utgör ett väsentligt inslag i undervisningen och studenten examineras på något sätt.
A	Använda	Kunskapen eller färdigheten används för att nå andra lärande-mål. I normalfallet examineras inte kunskapen eller färdigheten explicit, men viss återkoppling kan förekomma i samband med annan examination.

Tabell 2. Programdesignmatrix för civilingenjörsprogrammet i kemiteknik.

Programmål		MVE460, 465, 470 Matematik i åk	Tillämpad matematik K	Matematisk statistik	Fysik	Kemi med biokemi	Fysikalisk kemi K	Oorganisk och organisk kemi	Kolloider och polymerer	Analytisk kemi	Perspektiv på kemitekn. verksamhet	Termodynamik	Transportprocesser	Grundläggande kemiteknik	Energiteknik	Separations- och apparatteknik	Kemisk reaktionsteknik	Reglerteknik och mätteknik	Kemisk miljövetenskap	Produkter och processer i ett hållbart samhälle	Kemi och material	Matematisk modellering i kemitekn.	Kandidatarbete ²⁾	Masterprogram ³⁾
		MVE4XX	TMA683	TMA074	FFY401	KBT260	KFK053	KOK081	KTK105	KAM010	KBT270	KVM091	KA060	KA146	ENM160	KA095	KBT275	ESS217	KKM051	KBT200	KPO055	KA051	Kandidat	Master
1.1	kunna lösa linjära och icke-linjära ekvationssystem analytiskt och numeriskt.	I/U	I		I/A	A	A					A		A	A	A	A	A				A	A	
1.2.	kunna lösa ordinära differentialekvationer, separabla, linjär inhomogen med konstanta koefficienter.	I/U	I		I/A	A	A					A	A	A	A		A	A				A	A	
1.3.	kunna numeriskt lösa system av linjär och icke-linjära ordinära differentialekvationer, inklusive omskrivning till system av första ordningens differentialekvationer.	I/U	I			A											A					A	A	

Programmål		MVE4XX	TMA683	TMA074	FFY401	KBT260	KFK053	KOK081	KTK105	KAM010	KBT270	KVM091	KAA060	KAA146	ENM160	KAA095	KBT275	ESS217	KKM051	KBT200	KPO055	KAA051	Kandidat	Master
1.4.	kunna lösa egenvärdesproblem för diskreta och kontinuerliga system.	I/U	U				U/A											I					A	
1.5.	kunna lösa partiella differentialekvationer approximativt och analytiskt.		U		I/A	A							A	A	A		A	I/U				A	A	
1.6.	kunna använda sannolikhetslära och statistik vid utvärdering av experiment.			U			A			A					A				A			U	A	
1.7.	kunna tillämpa mekanikens begrepp och lagar för att bestämma krafter och rörelser för partiklar och system av partiklar samt beskriva vågrörelser och vågutbredning.		I				A			A		A	A		A							A	A	
1.8.	kunna använda beräkningsprogram för att utifrån observationer och modeller lösa tekniska frågeställningar.		U	U/A		I	A				U/A			A	A	A	A				A		A	
2.1.	kunna redogöra för atomens struktur och det periodiska systemets uppbyggnad.					U	U	U/A														A	A	

Programmål		MVE4XX	TMA683	TMA074	FFY401	KBT260	KFK053	KOK081	KTK105	KAM010	KBT270	KVM091	KAA060	KAA146	ENM160	KAA095	KBT275	ESS217	KKM051	KBT200	KPO055	KAA051	Kandidat	Master
2.2.	kunna redogöra för de vanligast förekommande modellerna för kemisk bindning och med hjälp av detta göra förutsägelser om molekylers struktur och egenskaper.					U	U	U/A				A										A		A
2.3.	grundläggande förståelse av intermolekylära krafter och deras inverkan på gaser, vätskor och fasta fasers egenskaper baserat på molekylära och matematiska modeller.					U	U	U/A								A			A			A		A
2.4.	kunna genomföra stökiometriska beräkningar, balansera reaktionsformler samt utföra enkla jämviktsberäkningar.					U	A			A	U/A	U		A	A	A	A	A	A	A	A	A		A
2.5.	kunna redogöra för termodynamikens huvudsatser och till dessa kopplade begrepp samt kunna genomföra termodynamiska beräkningar.					U	A				U/A	U		A	A	A	A	A			A	A		A

Programmål		MVE4XX	TMA683	TMA074	FFY401	KBT260	KFK053	KOK081	KTK105	KAM010	KBT270	KVM091	KAA060	KAA146	ENM160	KAA095	KBT275	ESS217	KKM051	KBT200	KPO055	KAA051	Kandidat	Master
2.6.	förstå jämviktsbegreppet och dess koppling till termodynamiken och genomföra beräkningar på kemisk jämvikt samt fasjämvikt.					U	A					U	A	A	A	A	U/A	I		A	A	A	A	
2.7.	Förstå hur ett hastighetsuttryck beskriver en reaktions tidsberoende och hur det kopplar till reaktionsmekanismen och jämviktskonstanten. Kunna analysera experimentella kinetiska data samt känna till reaktionshastighetens beroende av koncentration och temperatur.	A				U	U	A									U/A	A				A	A	
2.8.	kunna beskriva kemisk bindning, molekylspektra, dynamiska förlopp och termodynamisk egenskaper utifrån kvantmekanik och statistisk mekanik.					I	U	U/A				I									A		A	

Programmål		MVE4XX	TMA683	TMA074	FFY401	KB260	KFK053	KOK081	KTK105	KAM010	KB270	KVM091	KAA060	KAA146	ENM160	KAA095	KB275	ESS217	KKM051	KB200	KPO055	KAA051	Kandidat	Master	
2.9.	ha grundläggande kunskaper i instrumentell analytisk kemi avseende nomenklatur, metodik, instrumentering och databehandling samt val av analysmetod.					I		A	I/U							A						U		A	
2.10.	kunna använda enkla teoretiska modeller för att beskriva hur kemisk bindning uppstår och bryts och hur detta kopplar till förändringar avseende struktur och energi.					U		U															A		A
3.1.	grundläggande förståelse för impuls-, mass- och värmetransport samt kunna redogöra för dessa förlopp.		U/ A										I/U	A	A	A	U/ A	A				A		A	A
3.2.	kunna genomföra beräkningar samt beskriva enskild eller system av apparatur för enhetsoperationer med värme och/eller massöverföring mellan faser samt för enhetsoperationer med kemisk omsättning med fokus på homogena och heterogena system.					I					I/U			U		U								A	

Programmål		MVE4XX	TMA683	TMA074	FFY401	KBT260	KFK053	KOK081	KTK105	KAM010	KBT270	KVM091	KAA060	KAA146	ENM160	KAA095	KBT275	ESS217	KKM051	KBT200	KPO055	KAA051	Kandidat	Master	
3.3.	grundläggande kunskap om reglertekniska design- och analysmetoder för att kunna lösa enklare reglerproblem.																	U					A		
3.4.	kunna genomföra en kostnadsuppskattning för en process avseende investerings- och driftkostnad.										I			I/U						A				A	
4.1.	grundläggande kunskaper om funktionen hos ytaktiva ämnen och speciellt tensider.					I																	A		
4.2.	grundläggande kunskaper om polymerers uppträdande i lösning och fast tillstånd samt formulering av plasters egenskaper.																							A	
5.	Ha nödvändiga kunskaper för forskarutbildning inom teknikområdet.		A			U							U		I	I					U	U	U	A	
6.1.	kunna bedöma risker samt miljö- och hälsoaspekter vid laborativt arbete, produktion, användning/konsumtion och destruktion/återvinning av produkter.					U	A	A			I	A		A		A			U	A	A		A		

Programmål		MVE4XX	TMA683	TMA074	FFY401	KBT260	KFK053	KOK081	KTK105	KAM010	KBT270	KVM091	KAA060	KAA146	ENM160	KAA095	KBT275	ESS217	KKM051	KBT200	KPO055	KAA051	Kandidat	Master
6.2.	insikt om koppling mellan kemi, kemiteknik, miljö och samhälle samt vad hållbar utveckling inom områdena innebär och hur det kan uppnås.					U		A			I/ U/ A	A			A/ U	A/ U			U	A	A		A	
6.3.	kunna använda verktyg för livscykelanalys för produkter alternativt processer.										I								I	U/A			A	
7.	ha förmåga att i laboratorieskala och större skala kunna planera, genomföra och utvärdera experimentella försök och projekt samt kritiskt granska resultatet från dessa.					I	U	U/ A				U		U	A/ U	A/ U				A			A	
8.	kunna formulera modeller samt programmera lösningar till modeller och matematiska formuleringar och ha kunskap om modellernas begränsningar.		U		I/A /U	U	A				I/ U/ A	U	U	A	A/ U	A/ U	U	U		A		U	A	

Programmål		MVE4XX	TMA683	TMA074	FFY401	KBT260	KFK053	KOK081	KTK105	KAM010	KBT270	KVM091	KAA060	KAA146	ENM160	KAA095	KBT275	ESS217	KKM051	KBT200	KPO055	KAA051	Kandidat	Master	
9.	kunna samla in, analysera och utvärdera information som finns publicerat inom teknikområdet samt följa områdets utveckling.		A			U	A				I	A		A		A			U	A			U	A	
10.	kunna redovisa och presentera resultat på svenska och engelska för inte enbart tekniker inom ämnesområdet och kunna diskutera och argumentera för sin slutsatser.		U/ A			U	A					A		A		A				A			U	A	
11.	kunna arbeta effektivt både självständigt och i grupp samt vara medveten om grupperns dynamik.		U/ A			I	A	A			I/ A	A		A	A	A			A	A		U	U	A	
12.	ha insikt i teknikområdets möjligheter och begränsningar och hur samhälls- och teknikutvecklingen påverkar varandra, inbegripet etiska, sociala, ekonomiska samt miljö-, hållbarhets- och arbetsmiljöaspekter.					I		A			I/ U/ A				I/A	I/A			U	U/A	U		U	A	U

 1) Kandidatarbete

Beteckningen “A” skall förstås som att alla målen kan komma att användas beroende på teknologens val. Explicit undervisning sker inom ramen för ”generella kompetenser”, dvs informationskompetens, projektarbetsfärdigheter samt muntlig och skriftlig presentation.

2) Masterprogram

Masterprogrammets mål framgår av respektive programbeskrivning. Under masterstudierna skall alla studenter på kemiteknikprogrammet läsa en kurs om 7.5 hp inom Människa, Teknik, Samhälle (MTS).