

Högskoleverkets kvalitetsutvärderingar 2011 – 2014

Självvärdering

Lärosäte: Kungliga Tekniska högskolan	Utvärderingsärende reg.nr 643- 01844-12
Område för yrkesexamen: Datateknik	Högskoleingenjörsexamen

Inledning

Denna självvärdering baseras på tre högskoleingenjörsprogram vid KTH. Programmen är Datateknik i Haninge (TI-DAA), Datateknik i Kista (TIDAB) och Elektronik och datorteknik i Kista (TIEDB). Det gemensamma teknikområdet är datateknik med delområden som informationsteknik, datorteknik och inbyggda system. Programmålen, förutom de nationella examensmålen, är att utbilda ingenjörer som möter Sveriges behov av kompetens inom dessa ämnesområden och med fokus på teknik som i mångt och mycket krävs för *programutveckling* och arbete med *datornätverk* och *inbyggda system* (kretsar, processorer, mjukvara). Behovet av dessa ingenjörer bedöms vara mycket stort och arbetsmarknaden är god. Av KTH:s alumnienkät framgår också att det tekniska innehållet och kompetensnivån efter utbildningen upplevs som mycket adekvat (94% svarar ja eller delvis ja).

Bakgrund och profil

Högskoleingenjörsutbildningen startade på KTH i slutet av åttiotalet. Den ersatte gymnasieingenjörsutbildningen som successivt fasades ut under början av nittiotalet. Utbildningen var från början tvåårig, sedan med ett påbyggnadsår och övergick 1996 till att bli treårig. Det fanns ett behov att etablera varumärket högskoleingenjör på arbetsmarknaden och att profilera den kortare ingenjörsutbildningen gentemot den mer etablerade civilingenjörsutbildningen. Under 1993 tillsattes en arbetsgrupp att arbeta med högskoleingenjörens profil. Gruppen framlade sin rapport¹ 1994 där det fastställdes att det viktigaste kännetecknet på en högskoleingenjör är att han/hon *”är utbildad för samhällets behov av ingenjörer som kan ansvara för användandet av känd teknik och bidra till utveckling och införande av känd teknik. Detta skall ske med hänsyn tagen till människans behov, resurshushållning, miljö och ekonomi.”* Det har varit grunden till att se högskoleingenjörsutbildningen som mer tillämpad än civilingenjörsutbildningen. Civilingenjörer har i högre grad forskningsuppgifter och utvecklar ny teknik medan högskoleingenjörerna står för användande och utvecklande av känd teknik.

Högskoleingenjörsutbildningen organiserades från starten i en egen organisation Ingenjörsskolan inom KTH med egen styrelse. Varumärket högskoleingenjör vårdas genom ett samarbete mellan alla lärosäten i Sverige med högskoleingenjörsutbildning. Samverkansgruppen för högskoleingenjörsutbildningar har möten två gånger per år och bjuder in representanter för Sveriges ingenjörer och Teknikföretagen. Beroende på vilka frågeställningar som är aktuella bjuds även företrädare från Skolverket, Högskoleverket, Myndigheten för Yrkeshögskolan, Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien med flera in. Samverkansgruppen hjälper till att stärka varumärket högskoleingenjör och slår i sin rapport Varumärket högskoleingenjör² från 2003 fast att *”gruppen har som en av sina viktigaste uppgifter att vårda varumärket högskoleingenjör och avser med detta dokument redogöra för den samsyn som råder beträffande de kriterier som krävs för att bevara utbildningarnas kvalitet och starka ställning på arbetsmarknaden”*. Inom KTH gjordes en särskild utredning³ 2004 om högskoleingenjörs- och kandidatutbildningarna på KTH i anslutning till den anpassning till Bolognamodellen som genomförts på KTH. I rapporten betonas att högskoleingenjörens yrkesprofil är viktig och skall bevaras på KTH. Högskoleingenjörsutbildningarna skall också vara utformade så att de samtidigt uppfyller kraven på kandidatexamen. Detta beslutades i universitetsstyrelsen 2008 (KTH US protokoll 2-08). Högskoleingenjörsutbildningen skall i första hand vara tillämpad och näringslivskopplad men även ha en koppling till forskningen.

Studenternas utvärderingar och karriäruppföljning

I KTH:s karriäruppföljning 2011⁴ för Datateknik konstateras att 97% av de som genomgått något av högskoleingenjörsprogrammen i Datateknik har haft en anställning efter examen, vilket ligger över nivån på 94% för KTH som helhet. 84% av datatekniksalumnerna fick arbete innan examen jämfört med 56% för KTH som helhet. Rapporten noterar vidare att tre fjärdedelar av studenterna fick det arbete som de tänkte sig när de tog examen, vilket ligger över genomsnittet på 67% för KTH som helhet. *”Resultatet pekar på att den bild som datateknikstudenterna fick av datateknikingenjörens arbete under utbildningen till stor del överensstämmer med ingenjörens reella arbetsuppgifter ute i arbetslivet samt att de får arbete där deras utbildning faktiskt efterfrågas”*, konstateras i rapporten.

¹ Ingenjörsskolans profil (dnr IS 77/94 Doss 23)

² Varumärket högskoleingenjör, Rapport, Samverkansgruppen för högskoleingenjörsutbildning, 2003

³ Högskoleingenjörs- och kandidatutbildningar på KTH, Utredning för fakultetsnämnden, KTH, april 2004

⁴ Intern KTH-rapport ”Karriärenkät 2011”, (en offentlig sammanställning finns på <http://www.kth.se/alumni/medlemserbjudanden/karriaruppfoljning-1.14501>)

På frågan om hur stor eller liten relevans studenten anser att KTH-utbildning har relaterat till det dagliga arbete som utförs svarade 75% ”mycket stor” eller ”ganska stor”. För KTH som helhet anser 71% att KTH-utbildningen har mycket stor eller ganska stor relevans. På frågan om KTH-utbildningen når upp till kompetenskraven i ditt nuvarande arbete svarade drygt 85% ”ja” eller ”ja delvis”, vilket ligger över genomsnittet för KTH som helhet. På frågan om studenten skulle välja KTH igen idag svarade 50% ”ja, samma utbildning” och 28% ”ja, men annan KTH-utbildning”. För KTH som helhet skulle 50% valt samma utbildning igen och 27% valt en annan utbildning på KTH. Datateknik ligger sålunda i paritet med genomsnittet för KTH.

I rapporten redovisas även studenternas syn på vissa examensmål såsom muntlig och skriftlig förmåga, att självständigt lösa problem, vetenskaplig grund och kritiskt tänkande. Slutsatsen i rapporten är att ”de som slutfört sin utbildning är nöjda med utbildningens inslag av att; göra skriftliga och muntliga presentationer, förklara för lekmän/icke specialister, självständigt lösa problem, arbeta i team och samarbeta med andra, följa kunskapsutvecklingen inom huvudområdet för sin utbildning och utveckla kunskap inom sin ämnesvetenskapliga bakgrund och metoder samt kritiskt tänkande”.

Enligt rapporten är datatekniksalumnerna relativt nöjda med utbildningens inslag av att leda andra, planera, budgetera, leda projekt och att göra ekonomiska avväganden samt göra bedömningar med hänsyn till hållbar utveckling. Alumnerna är inte lika nöjda med utbildningens inslag av bedömningar med hänsyn till etiska aspekter och att stimulera till entreprenörskap. Rapporten noterar även att datatekniksalumnerna är nöjda med kopplingen till näringslivet, inslaget av praktiskt arbete i utbildningen, projektarbeten/fallstudier med näringslivet och de sociala aktiviteter som erbjuds.

I tabellen nedan visas svarsfördelningen för några av frågorna i Karriäruppföljning 2011.

F02: Hur lång tid tog det innan du fick ditt första arbete?

	Antal	Procent						Uppgift saknas
		Jag fick arbetet före examen	Inom 3 månader efter examen	Mer än 3 månader men högst 6 månader efter examen	Mer än 6 månader men högst 12 månader efter examen	Mer än 12 månader efter examen	Jag återgick till arbetet som jag var tjänstledig från under studietiden	
Högskoleingenjörsexamen, datateknik	58	84	6	..	..	6	..	0
Högskoleingenjörsexamen, datateknik och elektronik	77	20	36	18	13	7	7	0

F30: Är du nöjd med din utbildning?

	Antal	Procent					Uppgift saknas
		Mycket missnöjd 1	2	3	4	Mycket nöjd 5	
Högskoleingenjörsexamen, datateknik	60	..	..	16	66	16	0
Högskoleingenjörsexamen, datateknik och elektronik	86	..	..	34	50	10	2

F19: Hur stor eller liten relevans har din KTH-utbildning relaterat till det dagliga arbete du utför?

	Antal	Procent					Uppgift saknas
		Mycket stor	Ganska stor	Varken stor eller liten	Ganska liten	Mycket liten	
Högskoleingenjörsexamen, datateknik	58	52	26	13	6	..	0
Högskoleingenjörsexamen, datateknik och elektronik	79	26	43	13	17	..	0

F20: När din KTH-utbildning upp till kompetenskraven i ditt nuvarande arbete?

	Antal	Procent			Uppgift saknas
		Ja	Ja, delvis	Nej	
Högskoleingenjörsexamen, datateknik	58	61	26	13	0
Högskoleingenjörsexamen, datateknik och elektronik	79	43	48	9	0

Följande två tabeller är tagna ur KTHs Mellanårsenkät 2011 för studenter mitt i utbildningen.

F09: Hur motsvarar ditt utbildningsprogram dina förväntningar?

	Antal	Procent			
		Det överträffar mina förväntningar	Det motsvarar mina förväntningar	Det underträffar mina förväntningar	Uppgift saknas
Datateknik, Kista	60	6	75	16	3
Elektronik/elektroteknik och datortek./ekon.	23	..	64	27	0
Högsk.ingenjörsub i datateknik, Haninge	40	23	52	25	0

F10b: Skulle du rekommendera det här utbildningsprogrammet till någon som är intresserad av att studera inom området?

	Antal	Procent			
		Ja	Nej	Vet ej	Uppgift saknas
Datateknik, Kista	60	84	..	12	0
Elektronik/elektroteknik och datortek./ekon.	23	41	27	32	0
Högsk.ingenjörsub i datateknik, Haninge	40	82	14	...	0

En enkätundersökning med frågor *direkt relaterade till målen för högskoleingenjörsexamen* i juni 2012, genomförd i anslutning till redovisning av examensarbeten i årskurs tre, gav följande resultat (15 av 20 studenter som deltog i redovisningen besvarade frågorna).

- Hur väl anser du att programmet uppfyller målet om kunskap om *datateknikens vetenskapliga grunder*? Det gäller t.ex. algoritmer, digitalteknik, grunder i programmering och datakommunikation.
 - Svarsfördelning: Mycket bra 74%, Bra 26%, Mindre bra 0%, Dåligt 0%**
- Hur väl anser du att programmet uppfyller målet om kunskap om *matematiska och naturvetenskapliga grunder* och att tillämpa dessa inom datateknik?
 - Svarsfördelning: Mycket bra 40%, Bra 46%, Mindre bra 14%, Dåligt 0%**
- Hur väl anser du att programmet uppfyller målet om att *självständigt kunna utforma lösningar på tekniska problem inom datateknik*? Det gäller t.ex. att välja metoder, utforma, analysera och utvärdera tekniska lösningar i form av dataprogram, programsystem eller system för datakommunikation i ordinarie kurser såväl som projektkurser och examensarbetet.
 - Svarsfördelning: Mycket bra 80%, Bra 13%, Mindre bra 7%, Dåligt 0%**
- Hur väl anser du att programmet uppfyller målet om att *väga in ekonomiska, miljömässiga, etiska och kulturella aspekter i arbetet med tekniska system* som ingenjör?
 - Svarsfördelning: Mycket bra 20%, Bra 13%, Mindre bra 47%, Dåligt 20%**
- Hur väl anser du att programmet uppfyller målet om förmåga till *lagarbete, samverkan och ledning av grupper*?
 - Svarsfördelning: Mycket bra 27%, Bra 73%, Mindre bra 0%, Dåligt 0%**
- Hur väl anser du att programmet uppfyller målet om att *muntligt och skriftligt presentera resultaten av sitt arbete*?
 - Svarsfördelning: Mycket bra 53%, Bra 33%, Mindre bra 13%, Dåligt 0%**
- Hur väl anser du att programmet uppfyller målet om kunskap om *ingenjörens yrkesroll*?
 - Svarsfördelning: Mycket bra 27%, Bra 53%, Mindre bra 20%, Dåligt 0%**
- Hur väl anser du att *examensarbetet* bidragit till målet att självständigt formulera, planera, genomföra, utvärdera och presentera lösningen av en större uppgift och problemställning?
 - Svarsfördelning: Mycket bra 80%, Bra 13%, Mindre bra 7%, Dåligt 0%**

Översikt med kurslistor

Kurslistorna nedan ger en översikt över de tre programmens aktuella kurslistor.

Läsårsplan 1213

Datateknik

Högskoleingenjör 180hp

KTH STH

Årskurs 1			TIDAA1						
Kod	Namn	hp	Nivå	Perioder					
				1	2	3	4		
Obligatoriska kurser									
HF1005	Informationsteknik och Ingenjörsmetodik	6		1					
HI1024	Programmering, grundkurs	8		1					
HF1006	Linjär algebra och analys	10			2				
HE1026	Digitalteknik	6			2				
HE1028	Mikrodatorteknik	8					3		
HI1025	Operativsystem	7					3		
HF1007	Miljö och arbetsvetenskap	6						4	
HI1027	Projektkurs inom datateknik och internetteknik	9							4
Årskurs 2									
			TIDAA2						
Kod	Namn	hp	Nivå	Perioder					
				1	2	3	4		
Obligatoriska kurser									
HE1031	Ekonomi och organisationsteori	7		1					
HI1027	Objektorienterad programmering	8		1					
HF1013	Diskret matematik	8			2				
HI1030	Databasteknik	7			2				
HE1033	Kommunikationsnät	7					3		
HI102912	Algoritmer och datastrukturer	8					3		
HF1012	Matematisk statistik	6						4	
HI1028	Projektkurs inom programvaruutveckling	9							4
Årskurs 3									
			TIDAA3						
Kod	Namn	hp	Nivå	Perioder					
				1	2	3	4		
Obligatoriska kurser									
HI1031	Distribuerade informationssystem	7,5		1					
HI1032	Kommunikationssystem	7,5		1					
	Examensarbete 15hp, grundnivå	15						4	
Villkorligt valfria kurser									
		30							
HI1033	Mobila applikationer och trådlösa nät	7,5				2			
HI1034	Serverutveckling	7,5				2			
HI2002	Routing i IP-nät	7,5				2			
HI1036	Mjukvarukonstruktion, projektkurs	7,5					3		
HI2011	Programutveckling i funktionella och objektor. språk	7,5					3		
HI1023	Nätverkssäkerhet	7,5					3		
IS1300	Inbyggda system	7,5					3		

Läsårsplan 1213

Elektronik och datorteknik

Högskoleingenjör 180hp

KTH ICT TIEDE

Årskurs 1			TIEDE1						
Kod	Namn	hp	Nivå	Perioder					
				1	2	3	4		
Obligatoriska kurser									
II1300	Ingenjörsmetodik	7,5	A	1					
IX1303	Algebra och geometri	7,5	A	1					
ID1301	Programmering I, Java	7,5	A		2				
IE1204	Digital design	7,5	A		2				
IS1200	Datorteknik, grundkurs	7,5	B				3		
IK1203	Nätverk och kommunikation	7,5	B				3		
IX1304	Matematisk analys	7,5	B					4	
IF1330	Ellära	7,5	A					4	
Valfria kurser									
SF1611	Introduktion i matematik	1,5	A	0					
II1310	Introduktion i datateknik	1,5	A	1					
Årskurs 2									
			TIEDE2						
Kod	Namn	hp	Nivå	Perioder					
				1	2	3	4		
Obligatoriska kurser									
IE1202	Analog elektronik	7,5	B	1					
ID1303	Programmering II, Java	7,5	B	1					
IX1500	Diskret matematik	7,5	B		2				
II1303	Signalbehandling	7,5	B		2				
IE1304	Reglerteknik	7,5	C				3		
IS1300	Inbyggda system	7,5	C				3		
IE1332	Utveckling av elektronikprodukter	7,5	D					4	
II1302	Projekt och projektmeter	7,5	D						4
Årskurs 3									
			TIEDE3						
Kod	Namn	hp	Nivå	Perioder					
				1	2	3	4		
Obligatoriska kurser									
IX1501	Matematisk statistik	7,5	B	1					
IL1331	VHDL-design	7,5	C	1					
IK1501	Kommunikationssystem	7,5	C		2				
II1332	Projekt i elektronik och datorteknik	7,5	C		2				
IK1330	Trådlösa system	7,5	C				3		
	Examensarbete 15hp, grundnivå	15	C					3	4
Villkorligt valfria kurser									
ID1300	Algoritmer och datastrukturer	7,5	D					4	
IL2212	Embedded Software	7,5	D				3		
IE2302	Sensor Based Systems	7,5	D				3		
ME1002	Industriell ekonomi, grundkurs	6	A					4	
ME1004	Industriell ekonomi, grundkurs	6	A				3		
MJ1507	Hållbar utveckling för ingenjörer	6	B				3	4	
DS1309	Teknisk engelska B1	7,5	A				3	4	
DS1302	Teknisk engelska, mellannivå	9	B				3	4	
DS2304	Teknisk engelska, högre nivå	9	C				3	4	
II1100	Språk och skrivartöd för examensarbete	3	A				3	4	



HÖGSKOLEVERKET
Swedish National Agency for Higher Education

Läsårsplan 1213

Datateknik

Högskoleingenjör 180hp

KTH ICT, TIDAB

Årskurs 1			TIDAB1						
Kod	Namn	hp	Nivå	Perioder					
				1	2	3	4		
Obligatoriska kurser		60							
II1300	Ingenjörsmetodik	7,5	A	1					
IX1303	Algebra och geometri	7,5	A	1					
ID1301	Programmering I, Java	7,5	A		2				
IE1204	Digital design	7,5	A		2				
IS1200	Datorteknik, grundkurs	7,5	B				3		
IK1203	Nätverk och kommunikation	7,5	B				3		
IX1304	Matematisk analys	7,5	B					4	
IV1350	Objektorienterad design	7,5	B					4	
Valfria kurser		3							
SF1611	Introduktionskurs i matematik	1,5	A	0					
II1310	Introduktionskurs i datateknik	1,5	A	0					
Rekommenderade kurser									
Årskurs 2			TIDAB2						
Kod	Namn	hp	Nivå	Perioder					
				1	2	3	4		
Obligatoriska kurser		37,5							
IS1350	Operativsystem	7,5	B	1					
ID1303	Programmering II, Java	7,5	B	1					
IX1500	Diskret matematik	7,5	B		2				
IV1351	Datalagring	7,5	C		2				
ID1354	Applikationer för Internet gk	7,5	A				3		
Datornätverk									
Obligatoriska kurser		22,5							
IS1351	Serveradministration i lokala nätverk	9	B				3		
IK1550	Internetworking	6	B					4	
II1302	Projekt och projektmeter	7,5	B					4	
Programutveckling									
Obligatoriska kurser		15							
IV1300	Programvaruteknik	7,5	B				3		
ID1005	Algoritmer och datastrukturer	7,5	B					4	
Villkorligt valfria kurser		22,5							
ID2204	Villkorsprogrammering	7,5	D					4	
ID2005	Dynamiska programmeringsspråk	7,5	E					4	
II1302	Projekt och projektmeter	7,5	B					4	
SF1626	Flervariabelanalys	7,5	B					4	
Årskurs 3			TIDAB3						
Kod	Namn	hp	Nivå	Perioder					
				1	2	3	4		
Datornätverk									
Obligatoriska kurser		45							
IX1501	Matematisk statistik	7,5	B	1					
IK2215	Avancerad internetteknik	7,5	D	1					
IK2206	Internet Security and Privacy	7,5	C		2				
IK2217	Avancerad Internetteknik II	7,5	D				3		
	Examensarbete 15hp, grundnivå	15	C					4	
Villkorligt valfria kurser		69							
IK2554	Practical Voice over IP	7,5	C	1					
IV1023	Avancerad datahantering med XML	7,5	C	1					
IV2029	Global IT-management	7,5				2			
	DD2494 Routing på Internet och andra paketväxlar	9					3	4	
IK1611	Dimensioniering av kommunikationssystem	7,5	C				3		
	IV2015 Kunskapsnätverk	7,5	E				3		
IK1330	Trådlösa system	7,5	C				3		
AG1815	Hållbar utveckling, ICT och innovation	7,5	1				3		
SF1626	Flervariabelanalys	7,5	B					4	
Programutveckling									
Obligatoriska kurser		37,5							
IX1501	Matematisk statistik	7,5	B	1					
ID2212	Nätverksprogrammering med Java	7,5	D			2			
IV1201	Arkitektur och design av globala applikationer	7,5	C				3		
	Examensarbete	15	C					4	
Villkorligt valfria kurser		186,5							
IV1023	Avancerad datahantering med XML	7,5	C	1					
IC1007	Människa datorinteraktion	7,5	C	1					
ID2213	Logikprogrammering	7,5	D	1					
IC2005	Metoder för interaktionsdesign	7,5	D		2				
ID2209	Distribuerad AI och Intelligentia Agenter	7,5	D		2				
ID2202	Kompilatorer och exekveringsmiljöer	7,5	C		2				
ID2009	Artificiell intelligens: principer och tekniker	7,5	C		2				
DD2388	Programsystemkonstruktion med .NET Framework	7,5	C		2				
ID2216	Utveckling av mobila tillämpningar	7,5	D				3		
ID1217	Programmering av parallella system	7,5	C				3		
ID2208	Programmering av Webb-tjänster	7,5	D				3		
ID2008	Software Engineering and Security Architecture	7,5	D				3		
ID2010	Programmering av interaktiva system	7,5	C				3		
IK1330	Trådlösa system	7,5	C				3		
AG1815	Hållbar utveckling, ICT och innovation	7,5	1				3		
SF1626	Flervariabelanalys	7,5	B					4	
DD1352	Algoritmer, datastrukturer och komplexitet	9	C	1	2				
DD2352	Algoritmer och komplexitet	7,5	C				3	4	

Del 1

Examensmål 1

För högskoleingenjörsexamen skall studenten visa kunskap om det valda teknikområdets vetenskapliga grund och dess beprövade erfarenhet samt kännedom om aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete.

Redovisa, analysera och värdera studenternas måluppfyllelse i förhållande till examensmålet.

(Tänk här särskilt på att beskriva hur ni uppnår delmålet "kunskap om det valda teknikområdets vetenskapliga grund och beprövade erfarenhet" eftersom det kan vara svårt att full ut se i de självständiga arbetena. Om det finns behov kan ni också beskriva er syn på teknikområdet som ni tillämpar det i er utbildning.)

Om examensmål 1

Högskoleingenjörsprogrammen Datateknik vilar på vetenskaplig grund och beprövad erfarenhet inom området informations- och kommunikationsteknik. För programmet Elektronik och datorteknik tillkommer även de elektrotekniska grunderna. Programmens tonvikt ligger på tillämpad teknik och därmed även användning av väl beprövade ingenjörsmässiga metoder för utveckling och hantering av tekniska system och produkter. En högskoleingenjör ska vara väl förtrogen med teknikområdets vetenskapliga grund och beprövade metoder. Med beprövad erfarenhet menar vi exempelvis de standardiserade metoder och modeller som används inom datalogi och datakommunikation, baserade på etablerad, granskad och vedertagen ingenjörspraxis och vetenskapliga landvinningar. Att förmedla beprövade ingenjörsmetoder och kunskap förutsätter goda kontakter mellan akademien och yrkesverksamma ingenjörer och att såväl forsknings- som ingenjörserfarenhet finns representerade i lärarkåren. Detta är av särskild betydelse för de kortare ingenjörsutbildningarna med fokus på tillämpad teknik. Exempel är moderna projektmodeller och ramverk inom informationsteknik som har växt fram inom industrin.

Måluppfyllelse

Kurserna i programmen är sammansatta så att studenterna för att nå examen måste tillägna sig teknikområdets vetenskaplig grund och beprövad erfarenhet med stegrad progression under utbildningens gång. Tabell 1 nedan visar översiktligt hur examensmål 1 behandlas och uppfylls i programmens nyckelområden.

Tabell 1: Examensmål 1 och programmens kurser

Delmål	<i>kunskap om det valda teknikområdets vetenskapliga grund och dess beprövade erfarenhet</i>		<i>kännedom om aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete</i>	
Nyckelområden	Progressionsnivå	Säkerställs genom	Progressionsnivå	Säkerställs genom
Programmeringens grunder	1	Skriftlig tentamen och laborationer		
Digitalteknik	1	Skriftlig tentamen och laborationsprov		
Datorteknik och datorsystem	1	Skriftlig tentamen och laborationsprov		
Operativsystem	1	Skriftlig tentamen och laborationer		

Delmål	<i>kunskap om det valda teknikområdets vetenskapliga grund och dess beprövade erfarenhet</i>		<i>kännedom om aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete</i>	
Nyckelområden	Progressions-nivå	Säkerställs genom	Progressions-nivå	Säkerställs genom
Objektorienterad programmering	2	Skriftlig tentamen och laborationer		
Diskret matematik	2	Skriftlig tentamen och laborationer		
Algoritmer och data-strukturer	2	Skriftlig tentamen och laborationer		
Databasteknik	2	Skriftlig tentamen och laborationer	2	Short paper om aktuell forskning
Kommunikationsnät och system	2	Skriftlig tentamen och laborationer	1	Gästföreläsningar
Distribuerade informationssystem	3	Skriftlig tentamen och laborationer		
Mobila applikationer	3	Skriftlig tentamen och laborationer	2	Short paper.
Moment kopplat till pågående forskning.				
Routing i IP-nät	3	Skriftlig tentamen och laborationsprov		Orientering om aktuell forskning
Nätverkssäkerhet	2	Skriftlig tentamen och laborationer		
Signalbehandling, reglerteknik och kommunikationssystem	2	Skriftlig tentamen och laborationer		
Elektronikkurser	2	Skriftlig tentamen och laborationer	1	Laborationer

I kursen om grundläggande programmering används etablerade metoder för strukturerad programmering och beprövade programspråk (C, Java och C++). Programmering som metod för modellbildning och problemlösning är centralt för utbildningen som helhet. I kursen om digitalteknikens grunder ingår olika talsystem, binär aritmetik, boolesk algebra, logiska kretsar och grundläggande byggblock för digitala system i examinationskraven för laborationer och tentamina. Hårdvarubeskrivande språk (VHDL) används i en obligatorisk laboration. Med utgångspunkt i välkända datormodeller (von Neuman, RISC etc.) behandlas mikrodatorns struktur, beståndsdelar och funktion i kurserna om mikrodator teknik och dator teknik. Beprövade programspråk som assembler och C används. Principerna för styrning av ett datorsystem och systemprogramvara, med Unix/Linux som främsta tillämpningssystem, examineras i kursen om operativsystem.

Grunderna för objektorienterad programmering och det standardiserade modelleringsspråket UML (unified modeling language) vidareutvecklar färdighet och insikt i programutveckling. Examinationsuppgifterna går ut på att skapa en modell (t.ex. med UML) av en process eller problemställning, som sedan implementeras i en applikation. Exempel på en obligatorisk laboration är att skapa en modell för simulering av ett trafikljussystem. Modellering och simulering av ett logiskt grindnät eller biluthyrningsfirma är andra obligatoriska uppgifter som examineras.

Modellering av data för lagring i databaser liksom implementation av transaktioner med standardiserade applikationsgränssnitt ger nödvändiga kunskaper för att förstå och bygga ett större applikationssystem. För godkänt betyg krävs att studenten ska kunna förstå och använda ER-modellering (entity–relationship), relationsmodellen och normaliseringar.

I kurserna om datakommunikation och kommunikationsnät behandlas den vetenskapliga grunden för informationsöverföring mellan datorer (Shannons, Nyquists teorem etc.) liksom vedertagna modeller för kommunikation mellan öppna skiktade system (OSI och Internetmodellen). Tentamen består av såväl beräkningar som begreppsförståelse av kanalcapacitet, signaler i tid- och frekvensplan, modulering, kodning och brus. Användning av matematiska metoder för upptäckt av bitfel i kommunikation och grunderna för felrättning (Hammingavstånd etc.) ingår också i examinationskraven. Exempel på obligatoriska laborationer som fördjupar den teoretiska förståelsen är simulering och analys av prestanda för accessmetoden CSMA i lokala nät (Ethernet) och analys av routingprotokoll och vägvalsalgoritmer (shortest path och distance vector).

Kurserna om diskret matematik och algoritmer och datastrukturer är centrala för studenternas förståelse för datalogins grunder och metoder för att hantera komplexa problemställningar. Likartade kurser ges på alla universitet och högskolor världen över. I vårt fall ligger en tonvikt på problemlösning med programmeringstillämpningar och datorbaserade matematiska verktyg. Kurserna täcker centrala områden som sökning, sortering, dynamisk programmering och backtracking. Obligatoriska examinationsuppgifter består av teori och problemställningar som är centrala inom datalogi och datakommunikation; rekursion, trädstrukturer, sökning, sortering, slumptal och simulering, grafer, backtracking, vägval, schemaläggning etc. För godkänt resultat måste studenterna uppvisa förmåga att lösa problem som kräver goda kunskaper om den vetenskapliga grunden för datalogi och nätverkstillämpningar. En systematisk metod för teknisk problemlösning (Polyas fyra faser) används i kurserna om diskret matematik, algoritmer och datastrukturer, ingenjörsmetodik samt i projektkurserna.

Kurserna om kommunikationssystem och distribuerade informationssystem bygger på standarder för kommunikation och programutveckling på transport- och applikationsnivåerna. I en obligatorisk laboration ska studenten skapa en tillståndsmo- dell och objektorienterad implementation av realtidskommunikation (en förenklad version av internetstandarden SIP för multimediam kommunikation). Standarder för webbaserade applikationsprotokoll (web services, SOAP etc.) används för kommunikation mellan distribuerade system. Prestandaanalys av fördröjningsvariation i realtidskommunikation, baserat på Internetstandarden för multimediam kommunikation (RTP, RFC 3550), är ett annat exempel på examinationskrav. Kurserna om mobila applikationer och trådlösa nät och om serverutveckling fördjupar kunskaper och färdigheter inom applikationsutveckling. Kursen om mjukvarukonstruktion (software engineering) bygger på etablerade metoder för kravhantering, analys och design och systemutveckling (t.ex. agila metoder). Deltagande i projekt som använder dessa metoder är villkor för godkänd examination.

I kursen om programutveckling i funktionella och objektorienterade språk fördjupas kunskapen om objektorientering. Dessutom introduceras alternativa programmeringsparadigmer med det funktionella språket Erlang, som har sina rötter i programspråken Prolog och Lisp. Kurserna om routing i IP-nät och om nätverkssäkerhet bygger på standardiserade modeller för vägval inom och mellan autonoma system och säkerhet.

I programmet Elektronik och datorteknik läggs den vetenskapliga grunden inom det elektrotekniska ämnesområdet i kursen om ellära där klassiska metoder för att analysera elektriska likströms- och växelströmsnät behandlas. Inom analog elektronik bygger kretskonstruktionerna på halvledarkomponenter och beprövade erfarenhet av hur de används för att konstruera förstärkare. I kursen om analog elektronik finns en koppling till forskning då en av konstruktionsuppgifterna är att konstruera en trestegs operationsförstärkare med bipolartransistorer. I laborationerna används doktorander som assistenter, som ingår i en forskningsgrupp på avdelningen för komponenter och kretsar på ICT-skolan i Kista. Doktoranderna forskar om att skapa avancerade kretsar i kiselkarbid och bipolär teknologi. Därigenom får kursen en naturlig forskningsanknytning. Inom kurserna om signalbehandling, kommunikationssystem och reglerteknik grundar sig den teoretiska behandlingen av de tekniska systemen på matematiska transformmetoder.

I samtliga program finns möjlighet att under det avslutande året läsa fler kurser i matematik, t.ex. flervariabelanalys, som komplettering för fortsatta studier i masterprogram.

Att hantera och värdera referenser och källor i tekniska rapporter ingår i kursen Examensarbete och dessförinnan i kursen om informationsteknik och ingenjörsmetodik under det första året samt i projektkurserna i årskurserna ett till tre.

Att skriva kortare vetenskapliga uppsatser (short papers), samt att bedöma och kommentera ett annat paper, är ett obligatoriskt moment i kursen om mobila applikationer och trådlösa nät samt kursen om databasteknik i årskurs tre. Behandling av referenser och källor i vetenskapligt skrivande ingår i examensarbetet. Koppling till pågående forskning och utveckling ingår ofta i form av orienterade föreläsningar eller gästföreläsningar som hålls av aktiva forskare. En del kurser har undervisningsmoment som är direkt relaterade till pågående forskningsprojekt. Ett exempel är tillämpningar inom området "Internet of things" med programmering av trådlösa sensornoder i operativsystemet TinyOS, samt i kursen om mobila applikationer och trådlösa nät. Undervisningen genomförs av disputerade lärare och doktorander. Målsättningen för de obligatoriska korta uppsatserna (short papers) i kursen om databasteknik och i kursen om mobila applikationer och trådlösa nät är att studenterna ska fördjupa sig i ett aktuellt forsknings- och utvecklingsområde. Momenten kan inledas med gästföreläsningar från företag eller akademien.

Datateknikprogrammet samarbetar med Centrum för hälsa och byggande (CHB) och forskningsavdelningen DASH (design, arbetsmiljö, säkerhet och hälsa) på KTH⁵, som bedriver forskning om livslångt boende för äldre och funktionshindrade. Samarbetet har bland annat resulterat i examensarbeten och projektuppgifter inom informations- och kommunikationsteknik för smarta hem i det fullskalelaboratorium där utvecklingsarbetet på CHB bedrivs. I ett projektarbete i årskurs tre utvecklades ett distribuerat övervakningssystem för konfigurering och larm från sensorsystem för i befintliga bostäder för äldre. Studentarbetet ingick i EU-projektet MonAmi⁶ där KTH/CHB och Hjälpmedelsinstitutet (HI) deltog.

Datateknikprogrammen har ett långvarigt samarbete med forskande enheter på Skolan för informations- och kommunikationsteknik (KTH ICT)⁷ och avdelningen för Kommunikationsnät på Skolan för Elektro- och systemteknik (KTH EES)⁸. Forskare från avdelningarna har över åren medverkat med gästföreläsningar inom aktuella forskningsområden. Ett exempel, som passade väl in pågående kurser om trådlös kommunikation och mobila applikationer, är en föreläsning om opportunistisk kommunikation och Android i projektet Podnet som gavs av en forskare från avdelningen för Kommunikationsnät på Skolan för Elektro- och systemteknik. KTH:s skolor är organiserade i forskande enheter som är ansvariga för att konstruera och leverera kurser till utbildningsprogrammen. Denna organisation innebär att kopplingen mellan studenter och forskning blir kort och rak med läraren som förmedlande länk.

Studenternas uppfattning om huruvida kurserna och programmen uppnått målen framgår av enkäterna som refererats i inledningen till självvärdering. Nedanstående fråga om utbildningens forskningsanknytning är ett exempel studenternas bedömning av programmen (ur KTH:s Mellanårsenkät 2012, studenter mitt i utbildningen).

F11f: Vad tycker du om...

... utbildningens forskningsanknytning?

		Procent					
	Antal	Mycket bra	Ganska bra	Varken bra eller dåligt	Ganska dåligt	Mycket dåligt	Uppgift saknas
 Datateknik, Kista	60	...	20	44	23	10	0
Elektronik/elektroteknik och datortek./ekon.	23	...	24	44	24	...	0
Högsk.ingenjörutb i datateknik, Hanninge	40	8	24	40	...	13	11

Värdering av måluppfyllelse

Vår bedömning är att studenter som examineras i högskoleingenjörutbildningar inom området datateknik mycket väl uppfyller mål 1 i förordningen för högskoleingenjörsexamen. Vår erfarenhet visar att uppgifter kopplade till pågående forsknings- och utvecklingsarbete kan utföras av studenterna i de projektbaserade kurserna i programmens senare del.

⁵ <http://www.kth.se/sth/forskning/chb>

⁶ <http://www.hi.se/en/monami/-/THE-MonAMI-PROJECT/Om-MonAMI-projektet>

⁷ <http://www.kth.se/ict/>

⁸ <http://www.kth.se/ees/omskolan/organisation/avdelningar/lcn>

Del 1

Examensmål 2

För högskoleingenjörsexamen skall studenten visa brett kunnande inom det valda teknikområdet och relevant kunskap i matematik och naturvetenskap.

Redovisa, analysera och värdera studenternas målpuppfyllelse i förhållande till examensmålet.

(Tänk här särskilt på att beskriva hur ni uppnår delmålen "brett kunnande inom det valda teknikområdet" och "relevant kunskap i matematik och (natur)vetenskap" eftersom de kan vara svåra att se i de självständiga arbetena.)

Om examensmål 2

Delmål 2a: Brett kunnande inom det valda teknikområdet

Efter examen från datateknikprogrammen ska studenterna ha kunskap och färdighet inom såväl informationsteknik som kommunikationsteknik, med möjlighet till specialisering i senare del av utbildningen. En bred kunskapsbas och färdigheter inom dessa områden är viktiga för högskoleingenjörens framtida yrkesroll. Programutveckling är idag intimt sammankopplad med datakommunikation och nätverk. Samtidigt är nätverkstjänster och system realiserade med mjukvara på olika nivåer. På motsvarande sätt kräver utveckling av inbyggda system, vilket är huvudinriktningen för programmet Elektronik och datorteknik, kunskap inom såväl elektroteknik som programutveckling. En högskoleingenjör med denna inriktning måste ha ett brett kunnande inom elektronik, programutveckling, signalbehandling, reglerteknik och projektbaserad utveckling av system.

Delmål 2b: Relevant kunskap i matematik och naturvetenskap

En högskoleingenjör ska kunna tillämpa matematiska metoder, modeller och verktyg för användning inom teknikområdet.

Målpuppfyllelse

Tabell 2 nedan visar översiktligt hur examensmål 2 behandlas och uppfylls i programmens nyckelområden/kurser.

Tabell 2: Examensmål 2 och programmens nyckelområden/kurser

Delmål	brett kunnande inom det valda teknikområdet		relevant kunskap i matematik och naturvetenskap	
Nyckelområden/kurser	Progressionsnivå	Säkerställs genom	Progressionsnivå	Säkerställs genom
Matematisk analys och algebra	1	Skriftlig tentamen och laborationer	1	Skriftlig tentamen och datorlaborationer
Diskret matematik	1	Skriftlig tentamen och laborationer	2	Skriftlig tentamen och datorlaborationer
Algoritmer och datastrukturer	2	Skriftlig tentamen och laborationer	2	Skriftlig tentamen och datorlaborationer
Matematisk statistik	1	Skriftlig tentamen och laborationer	1	Skriftlig tentamen och datorlaborationer
Grundläggande programmering	1	Skriftlig tentamen och laborationer		

Delmål	<i>brett kunnande inom det valda teknikområdet</i>		<i>relevant kunskap i matematik och naturvetenskap</i>	
Nyckelområden/kurser	Progressionsnivå	Säkerställs genom	Progressionsnivå	Säkerställs genom
Digitalteknik och datorsystem	1	Skriftlig tentamen och laborationsprov		
Operativsystem	1	Skriftlig tentamen och laborationer		
Objektorienterad programmering	2	Skriftlig tentamen och laborationer		
Databasteknik	2	Skriftlig tentamen och laborationer, short paper	1	Obligatoriska uppgifter med relationsalgebra
Kommunikationsnät och system	2	Skriftlig tentamen och laborationer		
Distribuerade informationssystem	3	Muntlig tentamen och laborationer		
Mobila applikationer och trådlösa nät	3	Skriftlig tentamen och laborationer, short paper		
Routing i IP-nät	3	Skriftlig tentamen, laborationer, laborationsprov		
Nätverkssäkerhet	2	Skriftlig tentamen och laborationer		
Funktionella språk	3	Skriftlig tentamen och laborationer		
Serverutveckling	3	Skriftlig tentamen och laborationer		
Mjukvarukonstruktion	3	Projektuppgift		
Signalbehandling, reglerteknik och kommunikationssystem	2	Skriftlig tentamen och laborationer	2	Skriftlig tentamen och laborationer
Elektronikkurser	2	Skriftlig tentamen och laborationer	2	Skriftlig tentamen och laborationer
Projektkurser	3	Muntlig och skriftlig examination		

Delmål 2a: Brett kunnande inom det valda teknikområdet

Delmålet om brett kunnande inom teknikområdet uppfylls dels genom en bred bas av obligatoriska kurser, specialiseringar i senare del av programmen, projektarbeten och examensarbeten inom ett brett spann av teknikområdet samt kurser och moment som kompletterar ingenjörens tekniksialisering. Dessa delar beskrivs i tur och ordning nedan. Högskoleingenjörsprogrammens sammansättning på kursnivå framgår av det inledande avsnittet i självvärderingen. Beskrivningen av måluppfyllelse för examensmål 1 om den vetenskapliga grunden ger även en god bild av programmens innehåll och bredd inom teknikområdena.

Efter examen från programmen Datateknik har studenterna en bred grund inom informations- och kommunikationsteknik. Under den senare delen av utbildningen väljer studenterna en fördjupning inom programutveckling eller kommunikationsnät och tjänster. Efter examen från programmet Elektronik och datorteknik har studenterna en bred grund inom elektroteknik och datateknik med tyngdpunkt på utveckling av inbyggda system och framtagning av elektronikprodukter.

För programmen Datateknik har avvägningen mellan bredd och djup lett fram till en utbildningsstruktur där de inledande tre-fyra terminerna består av gemensamma obligatoriska kurser, medan de avslutande två-tre terminerna utgör en specialisering (med obligatoriska, villkorligt valbara och valbara kurser). Denna struktur grundar sig på en bedömning av behovet av bredd, men också tillräckligt djup inom teknikområdet för en yrkesverksam högskoleingenjör idag och i framtiden. Denna avvägning måste omprövas med jämna mellanrum mot bakgrund av teknikutveckling och förändringar i arbetsmarknaden. Vi anser att programmets nuvarande avvägning mellan baskunskaper och specialisering i huvudsak motsvarar dagens behov. De goda kontakter med näringslivet och yrkesverksamma ingenjörer som programmen utvecklats under årens lopp är i detta sammanhang av stor betydelse.

Vi beskriver nedan först de ämnesområden som är obligatoriska för examen och därefter de områden som är valbara som specialisering. Vi gör bedömningen att det inte finns behov av att i detalj beskriva måluppfyllelse för varje enskild kurs. Skrivningarna om måluppfyllelse av examensmål 2-6 innehåller mer specifik information.

Under de två inledande studieåren behandlas följande ämnesområden i datateknikprogrammen.

- Grundläggande programmering och problemlösning
- Digitalteknikens grunder
- Datorsystem och mikrodator teknik
- Operativsystem
- Objektorienterad programmering och utveckling
- Diskret matematik och programmeringstillämpningar
- Algoritmer och datastrukturer
- Databasteknik
- Datakommunikation och kommunikationsnät

I programmet Elektronik och datorteknik ges under årskurs ett och två en bred datorteknisk grund med kurser i digitalteknik, datorteknik, nätverk och programmering. Den breda elektrotekniska grunden erhålls med ellära, analog elektronik, signalbehandling, reglerteknik, inbyggda system och utveckling av elektronikprodukter. I årskurs tre tillkommer kurser i konstruktion med hårdvarubeskrivande språk, kommunikationssystem och trådlösa system. Det breda kunnandet visar studenten i applikationsprojekt i årskurs tre och i examensarbetet.

I de avslutande årskurserna i datateknikprogrammen finns valbarhet med möjlighet till fördjupning inom programutveckling och nätbaserade system och tjänster. En del av dessa kurser ingår i motsvarande tekniska kandidatprogram eller masterprogram, medan andra är mer anpassade till högskoleingenjörsutbildningen tillämpade profil.

Inom program- och systemutveckling ges kurser inom följande områden:

- Distribuerade informationssystem
- Mobila applikationer och trådlösa nät
- Serverutveckling
- Mjukvarukonstruktion/software engineering
- Programutveckling i funktionella och objektorienterade språk

Inom nätverkstjänster och system ges kurser inom följande områden:

- Kommunikationssystem
- Routing i IP-nät
- Nätverkssäkerhet

I programmet Elektronik och datorteknik behandlas följande ämnesområden under det andra och tredje året:

- Signalbehandling
- Reglerteknik
- Inbyggda system
- Utveckling av elektronikprodukter
- Design av applikationsspecifika integrerade kretsar med VHDL
- Kommunikationssystem och trådlösa system

I projektkurser och examensarbetet genomförs uppgifter inom ett brett fält inom teknikområdet. Projektkursen i årskurs ett innehåller ämnen som nätverksspel, kryptering, spamfilter och design och konfigurering av ett företagsnät. Projektkursen (cirka sex-sju veckors arbete) i årskurs två genomförs till övervägande del på uppdrag av företag inom ett brett spann av tillämpningsområden. Under läsåret 2011-2012 redovisades bland annat projekt om mobila applikationer för olika plattformar, webbaserade applikationsgränssnitt för video-on-demand, positionsbestämning av personer med hjälp av Kinectenheter (avståndskamera och bildbehandling) i .NET, interaktiv webb- och videokommunikation inom undervisning och utvecklingsmiljöer för finansiella system.

Studenternas självständiga arbeten (examensarbeten) genomförs inom ett brett spann inom huvudområdet datateknik. De arbeten som valts ut i Högskoleverkets utvärdering återspeglar bredden i teknikområdet med rapporter om övergång mellan IPv4 och IPv6, virtualisering och cloud computing i IPv6, mätbara parametrar för IT-säkerhet i realtid, IT-säkerhet för webbaserade enkätundersökningar, design och implementation av WLAN (trådlöst lokalt nät) på ön Koster, säkerhetsanalys av molntjänster inom försvarsmakten, design och implementation av en virtualiserad labbmiljö, implementation av plugin för texteditorer, analys av plattformar för e-handel, applikationer för flera olika typer av skärmar (N-screen applications), metoder för identifiering av redundant logik i en SQL-server och identifiering av talare (speaker recognition) med gaussiska blandningsmodeller. Inom elektronikområdet exemplifieras det breda kunnandet med examensarbeten om statistisk analys av impedansvariationer i kretskortlaminat och temperaturstyrning av fastigheter.

Förutom kurser som ger en bred teknisk bas och projektarbeten och examensarbeten inom ett brett fält innehåller programmen även obligatoriska kurser och moment som kompletterar yrkesrollen inom områden som teknikens roll i förhållande till ekonomi, arbetsliv och organisation, miljö, människor och samhälle (kurser i ingenjörsmetodik, projektkurser, miljö och ekonomi).

Delmål 2b: *Relevant kunskap i matematik och naturvetenskap*

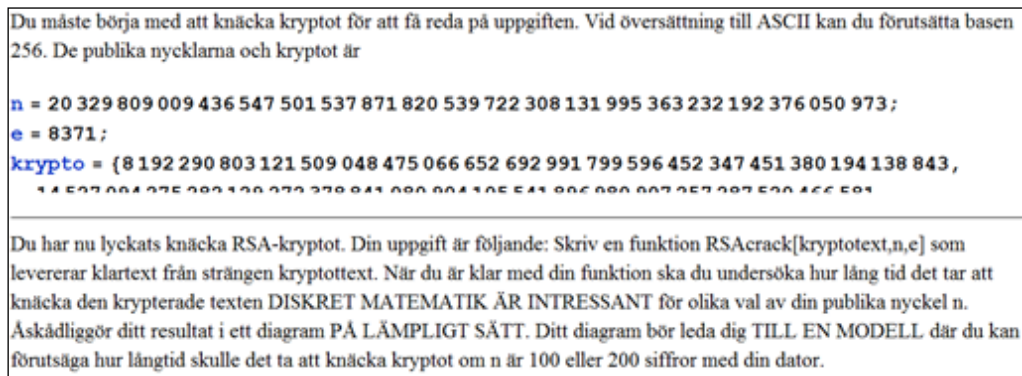
Matematikkurserna i programmen omfattar 25-30 högskolepoäng inom klassiska moment som linjär algebra och geometri, matematisk analys, diskret matematik och matematisk statistik. Dessutom består kursen om algoritmer och datastrukturer till större delen av matematiskt innehåll. Matematikkurserna examineras i form av skriftliga tentamina och obligatoriska laborationer som täcker de klassiska moment som krävs för godkänd examination.

I kurserna används förutom traditionell undervisning även matematisk programvara (Mathematica, Maple och Matlab) i stor utsträckning för problemlösning, vilket är matnyttig kunskap och färdighet för en yrkesverksam ingenjör. Arbetsättet, att använda datorbaserade verktyg och programmering för att lösa matematiska problemställningar, har även upplevts motivationshöjande av studenterna. Det ökar förutsättningarna att tillämpa avancerade matematiska metoder för att lösa komplexa problem som en ingenjör kan möta i sin yrkesroll.

Kurserna om diskret matematik och algoritmer är av största vikt för programmens matematisk och vetenskapliga grund och för studenternas förmåga att lösa mer komplexa problem inom datalogi och nätverkstillämpningar. Lärandemålen för kurserna i diskret matematik är bl.a. att visa förmåga att kommunicera matematik genom muntlig och skriftlig redovisning, att använda ett symbolbehandlande datorverktyg, visa förmåga att lösa problem, kunna modellera problem utifrån givna textproblem, inse vikten av att förstå problemet, kunna göra upp en lösningsplan, genomföra den och till sist verifiera svaret (Polyas fyra faser⁹). I kursen ingår momenten kombinatorik och sannolikhetslära, talteori, mängdlära, rekursion, grafteori och logik. Dessutom består kursen av två laborationer och projektuppgifter med matematisk problemlösning, som med fördel löses med ett C-program eller med datorbaserade program som Mathematica, Maple och Matlab. Ett exempel på en tentamensuppgift i diskret matematik om grafteori för att bestämma vägval i ett routerbaserat nät (Dijkstras algoritm) finns i avsnittet om måluppfyllelse för delmål 2b. Ett exempel på tillämpning av diskret mate-

⁹ Polya, G. *How to solve it: a new aspect of mathematical method*. 2 utg, 2 tr. Princeton, N J, Princeton University Press, 1973

matik inom teknikområdet är en uppgift i en obligatorisk laboration kryptering och dekryptering. Återges i avkortad form i figur 1 nedan.



Figur 1: Uppgiften ovan är hämtad från en laboration i diskret matematik om kryptering. Urklippet är medvetet avkortat.

Med rekursion som viktig metod inom datalogi behandlas backtracking, dynamisk programmering, glupska algoritmer, söndra och härska, sökning och sortering.

Kurskraven för matematisk statistik omfattar beskrivande statistik, mängder och kombinatorik, beroende och oberoende händelser, betingad sannolikhet, stokastiska variabler, väntevärde och spridningsmått, vanliga statistiska fördelningar, stokastiska variabler och funktioner, centrala gränsvärdessatsen, punktskattning och konfidensintervall, kovarians, korrelation och regressionslinje, Markovkedjor i kontinuerlig och diskret tid och exempel på kösystem (M/M/m). Examinationen sker i form av skriftlig tentamen och obligatoriska laborationer.

Matematiska metoder tillämpas i teknikkurserna. Talsystem och logiska operatorer är grundläggande krav i kursen om digitalteknik. Relationsalgebra ingår i examinationskraven i kursen om databasteknik under andra studieåret. Matematiska metoder för upptäckt av bitfel, beräkning av kanalkapacitet och brus, länkutnyttjande, enklare kösystem och algoritmer för vägval i routernät ingår i kraven för examination i kurserna om kommunikationsnät och kommunikationssystem. Ellära, analog elektronik, signalbehandling och reglerteknik förutsätter goda kunskaper inom såväl matematisk analys som linjär algebra. Kurser i kommunikationssystem och trådlösa system använder matematiska metoder för att beskriva modulation och vågutbredning.

Under det avslutande studieåret finns dessutom möjlighet att läsa ytterligare kurser i matematik som komplettering för studenter som vill söka till masterprogram med högre krav på matematikkunskaper.

Studenternas uppfattning om huruvida kurserna och programmen uppnått målen framgår av de enkäter och undersökningar som redovisats i inledningen till självvärderingen.

Värdering av måluppfyllelse

Vår bedömning är att studenter som examineras från utbildningsprogrammen mycket väl uppfyller delmål 2a om tillräcklig bredd inom teknikområdet och delmål 2b om relevant kunskap inom matematik och naturvetenskap. Avvägningen mellan bredd och specialisering inom ramen för programmen måste kontinuerligt ses över. Programmens goda kontakter med arbetslivet och yrkesverksamma ingenjörer ger viktiga bidrag till denna bedömning. En central frågeställning för all ingenjörsutbildning, i synnerhet för de treåriga högskoleingenjörsprogrammen, är förmågan att förena tillämpad teknik med matematiska metoder. Att kombinera traditionell undervisning i matematik med datorbaserade verktyg är en väg som programmen funnit lovande och avser att vidareutveckla.

Examensmål 3

För högskoleingenjörs-examen skall studenten visa förmåga att kritiskt och systematiskt använda kunskap samt att modellera, simulera, förutsäga och utvärdera skeenden med utgångspunkt i relevant information

Redovisa, analysera och värdera studenternas måluppfyllelse i förhållande till examensmålet.

Om examensmål 3

Den klassiska synen på en ingenjör är att han/hon skall kunna lösa tekniska problem. I problemlösning är den samlade kunskapen från olika områden viktig för att med en helhetssyn kunna skapa modeller för tekniska system. Att förstå hur modellerade system fungerar är en förutsättning för att bedöma om ett resultat är korrekt. En stor del av ingenjörsutbildningen fokuserar på att kritiskt och systematiskt använda sin kunskap till problemlösning och att modellera, förutsäga och utvärdera skeenden.

Måluppfyllelse

Av tabell 3 nedan framgår översiktligt hur examensmål 3 behandlas och uppfylls i programmens nyckelområden/kurser.

Tabell 3: Examensmål 3 och programmens nyckelområden/kurser

Delmål	<i>kritiskt och systematiskt använda kunskap</i>		<i>modellera, simulera, förutsäga och utvärdera skeenden med utgångspunkt i relevant information</i>	
Nyckelområden /kurser	Progressionsnivå	Säkerställs genom	Progressionsnivå	Säkerställs genom
Matematik	1-2	Skriftlig tentamen.	1-2	Uppgifter som examineras med skriftlig rapport och presentation inför grupp och examinerande lärare.
Objektorienterad programmering			2	Laborationsuppgifter, tentamen
Databasteknik			2	Laborationsuppgifter, tentamen
Ellära	1	På skriftlig tentamen visar studenten att han/hon kan välja metoder för problemlösning	1	Laborationsuppgifter
Analog elektronik			2	Konstruktionsuppgifter som examineras på laboration.
Reglerteknik			2	Laborationsuppgifter, tentamensuppgifter
Projektkurser (minst 2 projekt genomförs av varje student)	2	Diskussioner och utvärderingar under projektarbetets gång. Studenten måste motivera val av lösning.	2	Programlösningssmodeller och/eller hårdvarumodeller examineras i muntlig och skriftlig projektredovisning
Examensarbete	3	Beroende på vald uppgift krävs kritisk och systematisk användning av kunskap	3	Beroende på vald uppgift kan det krävas modellering av mjukvara eller hårdvara

Delmål 3a: Kritiskt och systematiskt använda kunskap

I all problemlösning i olika ämnen under utbildningen har studenten att kritiskt och systematiskt använda kunskap. I matematikkurserna, där problemlösning grundläggs och vidareutvecklas, tränas detta genom övningar och i seminarier. Kursernas innehåll är traditionell grundläggande universitetsmatematik. Samtliga kursplaner är skrivna med intentionen att matematikundervisningen sker problemorienterat och med datorstöd. Tiden fördelas ungefär lika mellan de tre delarna begreppsförståelse och matematisk modellering, algoritmer, slutsatser och syntes. Att pröva en lösnings rimlighet samt att undersöka om olika lösningsmetoder leder till samma resultat är en naturlig del av såväl matematikkursernas som teknikkursernas metodik. Användning av datorbaserade verktyg förutsätter än större vikt vid kritisk bedömning av resultat och har även underlättat att testa alternativa lösningsmetoder, vilket framhålls av undervisande lärare i kurserna.

I utbildningsprogrammets teknikkurser sker en progression från grundläggande moment till kurser av konstruktionskaraktär och ingenjörsmässig tillämpning inom ett brett område. I konstruktionsuppgifter, projektuppgifter och slutligen examensarbetet har studenten att ta ställning till olika metoder för att lösa ett ingenjörsmässigt problem. Att kritiskt och systematiskt använda kunskap examineras med uppgifter under kurser och på skriftliga tentamina. I projektkurser och examensarbetet examineras detta även med muntlig och skriftlig presentation.

Förmågan att systematiskt och kritiskt använda kunskap provas successivt under utbildningens gång från bedömning av rimlighet av resultat i grundläggande kurser, till utvärdering av prototyper och produkter i projektkurser, och slutligen att i examensarbetet ha förmåga att bedöma sitt arbete i relation till tidigare resultat (related work). Typiska lärandemål som examineras i projektkurserna är att analysera problemställningar samt föreslå lämpliga lösningsalternativ, söka information och samla in relevanta fakta för problemlösningen, genomföra en konstruktion som uppfyller en given kravspecifikation, utveckla en prototyp samt testa och utvärdera genomförd produkt och konstruktion. Ett vetenskapligt och kritiskt förhållningssätt provas slutligen i varje students examensarbete av examinator efter en offentlig rapport och presentation med opposition.

Delmål 3b: Modellera och simulera

I flera kurser övas studenten i att använda modeller för att beskriva, simulera samt att förutsäga och utvärdera skeenden. I samtliga matematikkurser (linjär algebra, matematisk analys, diskret matematik, matematisk statistik) finns lärandemål som innefattar att skapa och använda modeller. I kursen om diskret matematik är ett centralt lärandemål "att kunna modellera problem utifrån givna textproblem, inse vikten av att förstå problemet, kunna göra upp en lösningsplan, genomföra den och till sist verifiera svaret". För godkänt resultat på tentamen, laborationer och laborationsprov krävs en förmåga att skapa modeller och att utföra simuleringar baserat på modeller. Följande är ett kort exempel på en tentamensuppgift. "Man bildar alla möjliga bråk i vilka täljaren är mindre än nämnaren, samt täljaren och nämnaren är några av talen 1, 2, 3, ..., n . Beräkna summan av dessa bråk och uttryck resultatet som en formel i n ."

Ett annat exempel (figur 2 nedan) är grafteori med tillämpning för vägval i routerbaserade kommunikationsnät utifrån en modell för lägsta kostnad (omvänt proportionell mot datalänkarnas lediga kapacitet) i nätet mellan en uppsättning städer i nätet (urklippet nedan är medvetet avkortat). Motsvarande teori för denna och alternativa vägvalsmetoder, med tonvikt på IP-nät, ingår i examinationskraven i kurserna om datakommunikation och nätverk.

I förberedelserna 2.3.1 visades hur förbindelse mellan städer kan åskådliggöras. Låt oss anta att varje stad representerar en router som vidarebefordrar datapaket mot slutdestinationen. Din uppgift denna gång är att skapa ett träd som visar hur datapaket vidarebefordras så att varje ort kan nås av informationsflödet som (denna gång) utgår från Stockholm.

```
city = {"Abisko", "Boden", "Falun", "Goteborg", "Hassleholm", "Hogana",
links = {{1, 10}, {2, 10}, {2, 13}, {2, 17}, {2, 24}, {3, 7}, {3, 16}, {3,
```

Vikten (kostnaden) för att använda en länk mellan två städer antas vara omvänt proportionell mot ledig kapacitet hos länken. Antag, som ett exempel, följande lediga kapacitet:

Stockholm	–	Göteborg	50
Stockholm	–	Lund	50
Göteborg	–	Lund	50

Den lediga kapaciteten hos övriga tillgängliga länkar sätts till slumpstal mellan 1 och 10.

Din lösning ska vara optimerad så att *varje* router kan nås med minimal vikt (kostnad). Vilken algoritm används (motivera ditt svar)?

Åskådliggör din lösning tillsammans med Sverigekartan.

Vad händer om länken Stockholm – Lund slutar fungera?

Figur 2: En uppgift i diskret matematik om modeller för vägval i routernät (Dijstras algoritm). Urklippet är medvetet avkortat.

På motsvarande sätt bygger kurserna i programmering och algoritmer på att studenterna successivt lär sig att abstrahera en modell ur ett verkligt problem, definiera datatyper, variabler, metoder och funktioner, skapa ett program och utvärdera utfallet av simulering.

Kursen om objektorienterad programmering bygger helt på att studenterna för godkänd kurs ska kunna ta fram modeller för system, med användningsfall, sekvensdiagram, tillståndsdigram, klassdiagram, objektdiagram, och en slutlig ritning. I kurskraven ingår även att lösningar ska implementeras och testas. Vid modelleringen används UML (Unified modeling language) för att beskriva modellen. Även kravhantering modelleras med UML. Exempel på en obligatorisk uppgift i en laboration är att skapa en modell för simulering av ett trafikljussystem. Modellering och simulering av ett logiskt grindnät och ett system för biluthyrning är andra obligatoriska uppgifter som examineras.

Likasa bygger kurserna i databasteknik och datalagring helt och hållet på att studenten i tentamen och laborationer visar förmåga att skapa, och även implementera, ER-modellering (entity–relationship) och relationsmodeller och normaliseringar. I lärandemålen som examineras står bl.a. ”att modellera informationsbehov utifrån en verksamhetsbeskrivning och omvandla modellen till en fungerande databas”.

Kurserna i datakommunikation och nätverk bygger på skiktade modeller av kommunikation mellan öppna system (OSI-modellen och Internetmodellen TCP/IP). Undervisningen utgår från etablerade modeller inom respektive skikt. Som krav för examination ingår t.ex. analys av olika accessmetoder för lokala nät med simuleringsmetoder (bl.a. med verktyget Opnet) och analys och simulering av transportprotokollet TCP:s flödes- och felkontroll. I obligatoriska laborationer används verktyg för simulering av datornätverk (t.ex. Packet Tracer från Cisco).

I kursen om ekonomi och organisationsteori ingår en obligatorisk seminarieuppgift att utforma en modell för en affärsplan för en produkt eller tjänst, samt tillämpa SWOT-analys.

I elektronikkurserna används kretsmodeller. Kretsarna utvärderas med simulering (SPICE-baserade simulatorer). Som exempel kan nämnas kursen i analog elektronik där studenter genomför tre konstruktionsuppgifter upplagda enligt följande modell: Utifrån en uppgiftsformulering använder studenter enkla modeller av komponenter för att för hand beräkna och dimensionera en konstruktion. Den handräknade konstruktionen verifieras genom att göra en kretssimulering. Vid kretssimuleringen används mer komplicerade och verklighetstroga modeller. Studenten har att förutsäga vilket resultat som förväntas samt att utvärdera varför det möjligen skiljer från enklare beräkningsmodeller. Studenten skall även utvärdera och jämföra simuleringsresultat med uppmätt resultat från verklig koppling.

Det tre konstruktionsuppgifter som genomförts i kursen senaste läsåret kan sammanfattas på följande sätt.

- Konstruera förstärkare så att det kommer ljud ur högtalaren när du pratar i mikrofonen
- Dimensionera en oscillator som kan ge 40 kHz ultraljudspuls och använd den för att bygga en avståndsmätare (sonar)
- Konstruera en trestegs operationsförstärkare med transistorer

I kursens lärandemål för detta examensmål står att: ”Studenten kan efter kursen utifrån en problemställning eller specifikation självständigt dimensionera, simulera, bygga och testa en analog elektronikkoppling för låga frekvenser. För godkänt betyg skall studenten kunna:

- definiera och beräkna förstärkning, in- och utimpedans för operationsförstärkarkopplingar och grundläggande transistorförstärkarsteg
- välja lämpliga förstärkarkopplingar och dimensionera dessa för att lösa olika typer av förstärkningsproblem
- beskriva diagram och storsignalmodeller för dioden och transistorer av bipolär- och MOS-typ
- beräkna transistorens småsignalparametrar och använda småsignalmodeller för att beräkna
- verifiera gjorda konstruktioner med simuleringsverktyg
- bygga en prototyp och genom mätningar utvärdera dess prestanda”

Dessa delar examineras i laborationskursen och det säkerställs att varje student uppfyller lärandemålen. I laborationsinstruktionerna står att: ”All dokumentation som skall examineras skall vara egenhändigt skriven av den student som examineras. Resultat från mätningar och simuleringar som inkluderas får dock vara desamma från flera studenter när det bygger på gemensamt framtagna resultat. Alla beräkningar, beskrivningar och sammanfattning av resultat skall dock vara egenhändigt skriven. På laborationer kan konstruktioner byggas i grupp om två eller i undantagsfall tre studenter. Varje enskild student skall kunna visa upp eget exemplar av förberedelser, simuleringsresultat etc.” På laborationerna sker en muntlig examination av resultat för varje student.

I kursen i reglerteknik ingår bland annat lärandemålet att ”utifrån en linjär differentialekvation ta fram en dynamisk modell, såväl tidskontinuerlig som tidsdiskret, av ett system. Analysera ett system, konstruera en regulator för systemet.” I kursen ingår tre laborationer där deltagarna utför dessa moment. Ett system med två vattentankar modelleras och vattennivå regleras med PID-reglering och polplacering. Under laborationerna konstrueras modeller av systemet med hjälp av differentialekvationer. Dessa modellers egenskaper analyseras matematiskt, genom simuleringar i Matlab och genom att provköra systemet. Vidare dimensioneras flera olika regulatorer för nivåreglering, simuleras i Matlab och implementeras med hjälp av ett programmerbart styrsystem (PLC-system). Under dessa steg (dimensionering, simulering och implementering) analyseras reglersystemens egenskaper, regulatorerna justeras och de olika regulatorerna jämförs. I en skriftlig tentamen löser deltagarna problem relaterade till modellbildning.

I kursen om hårdvarubeskrivande språk (VHDL-design) examineras studenterna kunskaper i hur man, på ett strukturerat sätt, konstruerar och utvärderar en digital konstruktion med hjälp av hårdvarubeskrivande språk och moderna utvecklingsverktyg. I lärandemålen formuleras det som att studenten skall ”kunna modellera digitala system i hårdvarubeskrivande språk på olika abstraktionsnivåer samt simulera och verifiera att en konstruktion fungerar”. I laborationskursen examineras detta genom att studenterna konstruerar en enkel processor där funktionen verifieras genom simuleringar.

Värdering av måluppfyllelse

Vår uppfattning är att studenter som examineras från högskoleingenjörsprogrammen mycket väl uppfyller detta examensmål. Modellering och simulering är ett genomgående tema i merparten av programmens kurser. Att kritiskt och systematiskt utvärdera resultat av modellering och simulering av skeenden, förutsäga och granska resultat genomsyrar utbildningen från grundläggande matematikkurser till mer tillämpade teknikkurser.

Del 1

Examensmål 4

För högskoleingenjörsexamen skall studenten visa förmåga att utforma och hantera produkter, processer och system¹⁰ med hänsyn till människors förutsättningar och behov och samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling.

Redovisa, analysera och värdera studenternas målpuppfyllelse i förhållande till examensmålet.

(Tänk här på att beskriva hur ni uppnår delmålet "hänsyn till människors förutsättningar och behov och samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling" eftersom det kan vara svårt att se i de självständiga arbetena.)

Om examensmål 4

Enligt kommentaren i självvärderingsmallen (fotnot, se nedan) skall tyngdpunkten i självvärderingen ligga på det första delmålet "förmåga att utforma och hantera produkter, processer och system". Författarna följer detta råd men vill samtidigt framhålla programmets målpuppfyllelse av delmålen "samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling" (som även behandlas under examensmål 6) och "med hänsyn till människors förutsättningar och behov".

Målpuppfyllelse

Av tabell 4 nedan framgår översiktligt hur examensmål 4 behandlas och uppfylls i programmets nyckelområden/kurser.

Tabell 4: Examensmål 4 och programmets nyckelområden/kurser

Delmål	förmåga att utforma och hantera produkter, processer och system		med hänsyn till människors förutsättningar och behov och samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling	
Nyckelområde /kurs	Progressionsnivå	Säkerställs genom	Progressionsnivå	Säkerställs genom
Ingenjörsmetodik	1	I kursen konstrueras en autonom robot med programvara, sensorer och motorer.	1	Examination genom obligatorisk rapport med krav på reflektion inom etik och hållbar utveckling (se även examensmål 6)
Miljö och arbetsvetenskap			1	Tentamen, laboration och övningar
Ekonomi och organisationsteori			1	Tentamen och övningar
Inbyggda system	2	Skriftlig rapport och individuell muntlig genomgång med examinator.	2	

¹⁰ Vid bedömningen läggs tyngdpunkten på det första delmålet. "förmåga att utforma och hantera produkter, processer och system."

Delmål	förmåga att utforma och hantera produkter, processer och system		med hänsyn till människors förutsättningar och behov och samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling	
Nyckelområde /kurs	Progressionsnivå	Säkerställs genom	Progressionsnivå	Säkerställs genom
Utveckling av elektronikprodukter	2	Laborationer, seminarier och skriftlig tentamen.	2	Litteraturuppgift med muntlig presentation inför studentgrupp + lärare
Projektkurser (minst 2 projekt genomförs av varje student)	2	Lärare övervakar grupparbete, deltar i utvärderingar och diskussioner samt avlyssnar presentationer	2	Beror på valda uppgifter. Vissa projekt genomförs med externa uppdragsgivare från företag.
Examensarbete	3	Examineras med muntlig och skriftlig presentation	2	Beroende på vald uppgift. Examensarbetet genomförs vanligen i industrin.

Delmål 4a: förmåga att utforma och hantera produkter, processer och system

Detta delmål är på sätt och vis vad utbildningsprogrammen handlar om, det som ”gör” en ingenjör. I utbildningen finns flera projektkurser som tar ett helhetsgrepp om detta examensmål. Enligt CDIO-konceptet skall en blivande ingenjör delta i minst två, ofta fler, tekniska projekt i sin utbildning, ett inledande projekt och senare mer avancerat projekt som innefattar kunskap och färdighet från utbildningen och som stöder progression. Det inledande projektet utförs redan i kursen om ingenjörsmetodik i början av årskurs ett. Det följs av projekt i årskurs två och/eller i årskurs tre som utgår från studenternas teknikinriktning. Syftet med projektkurserna är att utforma, konstruera och hantera produkter, processer och system.

I den inledande kursen om ingenjörsmetodik konstruerades under innevarande år en autonom robot med programvara, sensorer och motorer. Att utveckla och hantera mjukvarusystem och produkter är profilområden för programmen Data-teknik. Det genomsyrar utbildningen från start till mål. Kunskaper och färdigheter i matematik- och teknikkurser tillämpas i projektkurser i samtliga årskurser. Ett exempel är projektkursen om programvaruutveckling i årskurs två. Efter avslutad kurs ska studenten ha ”färdigheter i att ta fram och hantera krav för ett mjukvarusystem; kunskaper om genomförandet av utvecklingsprocessen för en större programvara med hänsyn tagen till återanvändbarhet, underhåll och utbyggbarhet; förmåga att genomföra analys och design av en större programvara; färdighet i att implementera och testa en större programvara; färdigheter i dokumentation (både ur utvecklar- och användarperspektiv); uppnått fördjupade kunskaper om att arbeta i projektform”. I kurskraven ingår kravhantering, analys och systemspecifikation; projektprocesser för mjukvaruutveckling, design och implementationsregler för återanvändning, underhåll och utbyggbarhet; metoder för testning och programvalidering, dokumentation, installationsanvisningar och manual, versionshantering, upphovsrättsliga och andra juridiska aspekter på programvaruutveckling.

Några exempel från projektkursen i andra årskursen är mobila applikationer för olika plattformar, webbaserade applikationsgränssnitt för video-on-demand och positionsbestämning med plattformen Kinect (ett system med avståndskameror och bildbehandling). En större självständiga obligatorisk uppgift i kursen om kommunikationssystem i årskurs tre är utveckling av klienter för realtidskommunikation baserat på Internetstandarden SIP. I uppgiften ingår att ta fram en tillståndsmo- dell samt utveckla en fungerande applikation med designmönster för att underlätta vidareutveckling. Ett mjukvarusystem för konfigurer- ing och hantering av larm i sensornät i en distribuerad miljö (ett större antal lägenheter i äldreboende) utvecklades i kursen om distribuerade informationssystem. I kursen om mjukvarukonstruktion i tredje årskursen utvecklades ett inrapporterings- system för fågelskådare, där fågelskådare via sin mobil kan rapportera in fåglar som upptäckts samt en betalningsklient för Blackberrymobiler inklusive hantering av certifikat i mobilen. I kursen om routing i IP-nät är kravet att studenterna utifrån en kravspecifikation från en nätverksoperatör ska utforma och realisera en komplett närverksdesign (med intern och extern routing). För godkänt resultat ska varje student kunna redovisa och motivera design och lösningar, demonstrera och utvärdera en fungerande produkt i ett välutrustat modernt

nätverkslabb. I kursen om ekonomi och organisationsteori ska varje student för godkänt betyg ta fram och presentera en affärsplan för en produkt i form av mjukvara eller nätverkstjänster.

Studenter som går mot elektronik och datorteknik har grundläggande kurser i datorteknik, digital och analog elektronik, reglerteknik, signalbehandling och inbyggda system. Det sker en klar progression mellan dessa kurser med fokus mot framtagning av inbyggda system. I kursen om inbyggda system specificeras en arkitektur för produkter som innehåller enchipdatorer (microcontrollers), sensorer, kommunikationskretsar och gränssnittselektronik. För att gå till en färdig produkt måste elektronikkretsarna byggas samman och monteras på kretskort och byggas in i system. I kursen om utveckling av elektronikprodukter lär sig studenten vilka direktiv och krav som gäller för att få CE-märka sin produkt och placera den på marknaden. I kursen gör varje student ett kretskort och lär sig utforma produkter så att de utsänder så låga störningar som möjligt och har immunitet mot störningar från andra apparater. Studenten får en förståelse för att elektronikutrustning skall kunna samverka i en miljö med andra apparater.

Lärandemål i kursen om inbyggda system som styrker att studenten uppfyller examensmålen är

- kunna analysera krav på inbyggda system
- kunna arbeta fram en prototyp till ett system samt testa programvara för systemet
- kunna utvärdera en genomförd konstruktion och utföra en teknisk dokumentation

I kursen examineras dessa moment med konstruktionsuppgifter där dokumentation av hårdvaruutveckling och mjukvaruutveckling styrks med teknisk dokumentation i rapportform.

Lärandemål i kursen om utveckling av elektronikprodukter som styrker att studenten uppfyller examinationsmålet är att studenter efter fullgjord kurs ska kunna:

- beskriva de sätt emitterade störningar från elektronikutrustning kan utbreda sig och hur de mäts
- beskriva vilka typer av elektriska störningar elektronikutrustning kan utsättas för och hur tåligheten mäts
- förklara hur störningar i elektronikutrustningar kan koppla till varandra via ledningar, magnetiska och elektriska fält
- beräkna storleksordning på störningar i ett elektronisystem
- genomföra enklare störningsmätningar med oscilloskop och spektrumanalysator
- utarbeta en plan för hur layout och jordning i ett elektronisystem skall genomföras
- konstruera ett elektronisystem med hänsyn taget till emissionskontroll
- bedöma potentiella problem som kan uppkomma i gränssnitt mellan elektronikutrustning
- planera hur gränssnitt mellan elektronikutrustning skall utföras med filtrering och skärmning
- använda program för att rita mönsterkortlayout
- kunna konstruera kretskort som uppfyller krav på emission och immunitet

I kursen examineras en del av dessa mål med seminarieuppgifter som redovisas skriftligt och i en muntlig diskussion.

Detta exempel är hämtat från en inledande seminarieuppgift i den senaste kursomgången. ”Du har nyligen startat ett företag och håller på att utveckla ett system med trådlös kommunikation baserat på kretsen CC1101 från Texas Instruments. Kommunikationen är tänkt att ske på 869,5 MHz. Du har nu konstruerat och tillverkat ett prototypkretskort samt programmerat systemet så att produkten är klar att gå till serietillverkning och försäljning. Gör en lista över krav som du måste uppfylla innan produkten kan släppas ut på marknaden. Hur ska du gå tillväga för att uppfylla kraven? Att börja fundera över krav som produkten måste uppfylla när prototyp och produktutvecklingen är klar är kanske egentligen inte så smart. Om produkten inte uppfyller kraven kan det bli dyrbart att konstruera om samtidigt som introduktionen på marknaden fördröjs. Hur bör företaget göra för att kraven skall komma in tidigt i produktutvecklingsprocessen?”

Följande uppgift gavs som sista seminarieuppgift i kursen. ”Läs följande artikel: Madhusudan, Nagendra, Nanjundaswamy, ”Design Techniques and Methodologies for effective Electromagnetic Cleanliness in Spacecraft Power System”, Conference paper. Koppla innehållet i artikeln till vad vi behandlat i kursen. Kommentera vad som skrivs i artikeln och referera till vad som skrivs i läroboken. Gör detta på ett reflekterande sätt så att du samtidigt beskriver vad du lärt dig i kursen”.

Lärandemålen om att använda datorprogram för layout och konstruktion av kretskort examineras med praktisk konstruktion av kort som går till tillverkning. Studenter löder komponenter på kortet och gör enklare mätningar av elektromagnetisk utstrålning av störningar. Detta är några exempel på tentamensfrågor i kursen (A-uppgifter besvaras kortfattat och B-uppgifter kräver utförligare svar).

- A2: Beskriv hur emissionstester av ledningsbundna störningar respektive utstrålade störningar genomförs.
- A3: Vilka olika vägar kan störningar gå från en källa (source) till offret (victim)?
- B2: Du planerar att bygga en transceivermodul för låghastighetskommunikation på fria ISM-bandet 433 MHz. Modulen är batteridrivna. För att kunna sälja produkten tänker du upprätta ett dokument "Declaration of Conformity" innan du sätter på CE-märket. Vilka väsentliga krav måste du i detta dokument visa att du uppfyller?

Delmål 4b: med hänsyn till människors förutsättningar och samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling

I programmen ingår en kurs om miljö- och arbetsvetenskap som uttryckligen adresserar området hållbar utveckling. I lärandemålen anges att studenterna skall ha kunskap om "aktuella miljöproblem, miljötekniker och lagstiftningsfrågor att han/hon kan utveckla och upprätthålla produkter och processer på ett ekologiskt hållbart sätt, medverka upphandling och kontakter med myndigheter på ett tekniskt och etiskt hållbart sätt", och om "om arbetsskadeprevention, såväl egen som andras, att han/hon kan förebygga arbetsskada genom att tillämpa kunskaper för ett hälsofrämjande arbetssätt". Studenten skall "kunna tillämpa och utveckla framtida arbetsplatsers miljö- och kvalitetssystem genom att kunna dokumentera, mäta, följa upp och förbättra arbetsrutiner och åtgärda eventuella brister".

Exempel på ämnen i kursens seminarier: aktuella miljöproblem och utmaningar i arbetsmiljön, miljölagstiftning och internationella miljökonventioner, miljöanpassad produktutveckling, företagets miljöarbete och introduktion till ett miljöledningssystem samt introduktion till miljökrav vid offentliga upphandlingar, energi och transporter, presentation av miljöövning och miljöfallbedömning, reningsmetoder: luft, mark, vatten, att införa och revidera ett miljöledningssystem som är baserat på ISO 14001: 2004, presentation av miljöfallbedömning, kemiska och biologiska hälsorisker och riskbedömningar, avfallshantering, elektromagnetisk strålning, att arbeta med ett helhetsperspektiv i miljö och arbetsmiljöarbetet, lagstiftning, regler, ansvar och roller samt myndigheter inom arbetsmiljöområdet, psykosocial arbetsmiljö och stress, belastningsergonomi och arbetsplatsutformning, fysisk arbetsmiljö: belysning, ventilation, buller och vibrationer, kognition och användbarhet, rehabilitering, arbetsskador och tillbud, arbetsanpassning och friskvård, delaktighet vs konflikter kränkningar och hot: konflikthantering och krishantering, hälso- och arbetsmiljöarbete: organisering och uppföljning, samverkan, tekniska hjälpmedel, skyddsutrustning, produktutveckling och säkerhetsbeteende.

Följande kurslitteratur används.

Antonson m.fl.: Miljö i ett företagsperspektiv, Prevent, ISBN 91-7365-006-9

Jakobsson m.fl.: Handbok Bättre Arbetsmiljö, Prevent, ISBN 91-7365-028-1

Arbetsmaterial för hälsofrämjande ledarskap och medarbetarskap. www.amm.se

T Berns. "Begreppet användbarhet av produkter och tjänster -en kunskapsöversikt." Arbete och Hälsa nr 2004:8.

Särskilt utvald litteratur för programmen datateknik och elektroteknik:

Thomée (2012): "ICT use and mental health in young adults. Effects of computer and mobile phone use on stress, sleep disturbances, and symptoms of depression." Göteborgs universitet. Sidorna: 1-8, 47-56, 63-56

MacEachen E, Polzer J, Clarke J. "You are free to set your own hours": governing worker productivity and health through flexibility and resilience. Soc Sci Med. 2008 Mar;66(5):1019-33.

Thomée, Dellve, Härenstam, Hagberg. "Perceived connections between information and communication technology use and mental symptoms among young adults- a qualitative study" BMC Public Health 2010, 10:66

A-L Osvalder, P Ulvengren (2008) kap 7-Människa-tekniksystem ur "Arbete och teknik på människans villkor", Prevent.

I seminarierna stimuleras studenterna att diskutera och reflektera. De obligatoriska övningarna/laborationerna underlättar för studenterna att i grupp integrera den teoretiska kunskapen för en djupare förståelse och praktisk användbarhet. Dessa redovisas muntligt inför klass och skriftligt. Skriftliga och muntliga uppgifter ges till dem som inte är närvarande vid laborationer och övningar. Tentamen är skriftlig.

Kursen i miljö- och arbetsvetenskap ges av lärare från avdelningen Ergonomi och Naturvetenskapliga avdelningen på STH/KTH. Examinator och lärare är professor i ergonomi och docent i arbets- och miljömedicin. Övriga lärare är två professorer, en docent, två doktorander och två adjunkter.

I kursen om ekonomi och organisationsteori ingår enligt lärandemålen, som examineras, att ”redogöra översiktligt för samhällsekonomiska företeelser som t ex marknadsekonomi, sysselsättning, tillväxt och utrikeshandel samt ha synpunkter på olika ekonomiskt politiska aktiviteter med utgångspunkt i sina egna värderingar, att identifiera och beskriva olika organisationsformer, att förklara hur en organisation som tar till vara mänskliga behov och resurser också får bättre ekonomiskt resultat”. Kursen examineras med skriftlig tentamen och övningar.

Värdering av måluppfyllelse

Vår uppfattning är att studenter som examineras från högskoleingenjörsprogrammen mycket väl uppfyller delmålet med avseende på ”*förmåga att utforma och hantera produkter, processer och system*”. Sedan länge har CDIO-konceptet att gå hela vägen från idé till färdig produkt genomsyrat högskoleingenjörsutbildningarna, i linje med den tillämpade profil och yrkesinriktning som ligger till grund för högskoleingenjörsexamen. Delmålet ”*med hänsyn till människors förutsättningar och samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling*” uppfylls väl genom att särskilda kurser med detta tema ingår i programmen och genom att frågeställningarna behandlas i andra teknikkurser. Det finns utrymme för att ytterligare integrera dessa aspekter i befintliga kurser. Delmålet berörs även i skrivningarna om måluppfyllelsen för examensmål 6.

Del 1

Examensmål 5

För högskoleingenjörsexamen skall studenten visa förmåga att muntligt och skriftligt redogöra för och diskutera information, problem och lösningar i dialog med olika grupper.

Redovisa, analysera och värdera studenternas målpuppfyllelse i förhållande till examensmålet.

(Tänk här särskilt på att beskriva hur ni uppnår delmålen "muntlig förmåga" och "dialog med olika grupper" eftersom de är svåra att se i de självständiga arbetena.)

Om examensmål 5

Som ingenjör arbetar man med problemställningar och utveckling av produkter och tjänster för en mängd olika användare. Användaren är ett vitt begrepp för oss, det kan vara en person (med teknisk eller icke-teknisk bakgrund), en organisation eller hela samhället. Om man inte har förmågan att kommunicera och föra en dialog kring problemställningen och alternativa lösningar, tillsammans med både kollegor och beställare, så riskerar man att utveckla produkter, processer och system som på olika sätt har en skadlig inverkan på personen, företaget eller samhället i stort. Dialog innebär också att kunna lyssna, kunna förstå vad användaren vill ha men också ha en förståelse hur dialogmottagaren mentalt reagerar och signalerar (psykologiskt, etniskt mm).

I beskrivning av målpuppfyllnad nedan så fokuseras på "muntlig förmåga" och "dialog i olika grupper" enligt uppmaning.

Målpuppfyllelse

Tabell 5 nedan visar översiktligt hur examensmål 5 behandlas och uppfylls i programmens nyckelområden/kurser.

Tabell 5: Examensmål 5 och programmens nyckelområden/ kurser

Delmål	muntlig förmåga		dialog med olika grupper	
Nyckelområden /kurser	Progressionsnivå	Säkerställs genom	Progressionsnivå	Säkerställs genom
Ingenjörsmetodik	2	Varje student håller flera muntliga presentationer som avlyssnas av studenter och lärare och examineras. Intervju av ingenjörer på företag i grupper om 2-3 studenter. Frågor och intervju svar granskas av lärare via obligatorisk rapport.	1	Arbete i grupp med andra studenter. Intervju av ingenjörer i industrin. Föreläsning om gruppdynamik och relationer (konflikthantering, teori för feedback), examination genom individuell rapport där detta skall diskuteras.
Matematik	2	Examination: muntlig redovisning av lösta uppgifter inför grupp av studenter och en lärare.	2	Presentation inför studentgrupp och en lärare
Objektorienterad design Operativsystem	2	Examination: muntlig redovisning av lösningar till uppgifter inför grupp av studenter (gruppstorlek ca 10 studenter och en lärare)	2	Presentation inför studentgrupp och en lärare

Delmål	<i>muntlig förmåga</i>		<i>dialog med olika grupper</i>	
Nyckelområden /kurser	Pro- gress- ions- nivå	Säkerställs genom	Pro- gress- ions- nivå	Säkerställs genom
Projektkurser (minst 2 projekt genomförs av varje student)	2	Gruppdiskussioner, parprogrammering, olika typer av möten, presentationer, feedback, ibland konflikthantering. Lärare övervakar grupparbete, deltar i utvärderingar och avlyssnar presentationer. Samtliga projektkurser avslutas med muntliga presentationer	3	Arbete i grupp i olika projektroller. Roller fastställs av lärare. I tentamen finns frågor om att reflektera över det sociala samspelet mellan individ och grupp i en mindre projektgrupp.
Examensarbete	3	Möten (examinator deltar i minst ett möte med uppdragsgivare). Obligatorisk muntlig slutpresentation och muntlig opponering som bedöms av examinator	2	Strävan är att examensarbetet genomförs i industrin.

Delmål 5a: *muntlig förmåga*

Studenterna tränas i muntlig förmåga genom hela utbildningen och i olika kurser. Alla studenter deltar i utbildningen i minst två, ofta fler, projektuppgifter (i enhetlighet med CDIO-konceptet) där man arbetar tillsammans i en projektgrupp om 6-8 studenter. I detta arbete ingår alltid olika typer av samtal, möten och presentationer där den muntliga förmågan blir en förutsättning för att lyckas och måste tränas om den inte finns från början. Samtalen är av olika typer som "parprogrammering", tekniska samtal, konfliktsamtal, sociala samtal etc. Möten sker i olika former och ställer krav på muntlig förmåga. Exempel på möten i projektarbeten är formella möten, spontana möten, "brainstorming", kundmöten, gruppmöten, morgonmöten, utvärderingsmöten etc. Muntliga presentationer i projektkurser är examinationskrav och förekommer som presentationer inför studentens egen projektgrupp, inför övriga grupper, inför för olika intressenter samt avslutningsvis inför hela kursomgångar.

I kurserna om programmering och programutveckling tillämpas redovisning och diskussion i seminarieform samt 'peer review' där studenterna muntligt diskuterar och värderar varandras programkod ('code review'). I vissa kurser, som exempelvis i databasteknik och i distribuerade informationssystem, sker en del av examinationen muntligt. Muntliga presentationer inför grupp (5-12 studenter) används numera som didaktisk metod i matematikkurser och i teknikkurser där studenterna redogör för lösningar med efterföljande diskussion. Andra exempel är objektorienterad design där designlösningar obligatoriskt presenteras muntligt på liknande sätt. Förutom muntlig examination i en del kurser presenteras laborationsuppgifter muntligt i ett flera kurser. I det självständiga arbetet ingår obligatoriskt en slutlig muntlig presentation som ingår i betygsunderlaget för examensarbetet.

För att skapa en grund för muntlig förmåga hos studenten så finns det lärandemoment för detta i kurser. Exempel på detta återges nedan i två studentcitater ur kursen om ingenjörsmetodik.

Exempel (citater) ur studentrapporter från kursen Ingenjörsmetodik:

Student L.B. muntlig förmåga (citater):

"Detta var både den jobbigaste och bästa delen av kursen för mig. Jag har haft väldiga problem med att tala inför grupp under skolperioden och undvikit liknande moment tidigare. Nu tvingade jag mig att göra detta och det har varit fantastiskt för mig att se att jag klarade av det! Vi hade en föreläsning om muntlig presentation och på den tog jag främst åt mig av att tänka på att jag ska acceptera att jag är nervös. Jag lärde mig massor eftersom jag verkligen är novis på området. Genom att lyssna på andra studenter upptäckte jag vad jag själv tycker är viktigt att tänka på. Själva talet är viktigt, att man inte pratar för fort eller otydligt. Att vara ordentligt förberedd är något jag lärt mig också, det är mycket

svårt att veta hur lång tid man pratar när man väl står framför publiken. För mig visade det sig att jag behövde öva en hel del hemma för mig själv för att klarar av tidsbegränsningen på framförandet. Jag hade aldrig använt Power Point tidigare men nu känner jag mig lite trygg med detta redskap och uppskattar det mycket. Jag skulle verkligen inte säga att jag har blivit duktig på att hålla muntliga presentationer (även om den feedback jag fick från andra studenter var väldigt bra och uppmuntrande!) men jag har blivit otroligt mycket bättre än jag var innan denna kurs!”

Student A.B. muntlig förmåga (citat):

”Under kursens gång har vi haft fyra muntliga presentationer. Den första gick ut på att redovisa sin personliga hemsida på KTH samt presentera sig själv eller berätta om något annat som man kände för. Den andra redovisningen var att kortfattat presentera den intervju man gjorde tillsammans med en ingenjör. Den tredje och fjärde var i samband med projektredovisningen då man först skulle redovisa sitt eget projekt inom en liten grupp och samtidigt fördjupa sig i en annan grups arbete. Det skulle sedan sammanfattas och redovisas i en större grupp.

Utifrån dessa redovisningar har jag fått både mer erfarenhet samt lärt mig ett nytt verktyg för redovisande. Jag fick en kort genomgång av Office 2013 som hade en ny hjälpande funktion i PowerPoint som jag använde mig av. Den underlättade enormt i form av tidsdisponering då det fanns en liten klocka som räknade tiden samt att det fanns möjlighet att se sina anteckningar och nästgående ”slide”. Detta gjorde mig mer säker när jag stod där framme och redovisade då jag visste exakt vad som kommer närmast, vad jag skulle säga samt hur mycket tid jag har på mig.

Av feedbacken vi fick så var det inte speciellt mycket konstruktiv kritik utan det var mest kommentarer som; ”pratar högt och tydligt”, vilket är svårt att förbättra. Det gör det även svårt för mig att veta hur jag i framtiden ska förbättra min teknik och mitt framförande.”

Följande frågor och svarsfrekvenser ur KTHs karriärenkät 2011 för studenter som tog examen 2008-2009 visar studenters syn på utbildningen om skriftlig och muntlig presentation.

F31_01: Hur bedömer du din utbildning på KTH när det gäller att...
 ...göra skriftliga och muntliga presentationer?

	Antal	Procent					
		Mycket nöjd	Ganska nöjd	Ganska missnöjd	Mycket missnöjd	Förekom ej	Uppgift saknas
Högskoleingenjörsexamen, datateknik	60	22	66	6	...	...	0
Högskoleingenjörsexamen, datateknik och elektronik	86	20	74	4	...	...	2

F31_02: Hur bedömer du din utbildning på KTH när det gäller att...
 ...förklara för lekmän/icke specialister?

	Antal	Procent					
		Mycket nöjd	Ganska nöjd	Ganska missnöjd	Mycket missnöjd	Förekom ej	Uppgift saknas
Högskoleingenjörsexamen, datateknik	60	6	56	16	...	19	0
Högskoleingenjörsexamen, datateknik och elektronik	86	4	66	14	...	12	4

Delmål 5b: dialog med olika grupper

När det gäller delmålet ”i dialog med olika grupper” kan detta ses ur olika aspekter, som storlek på gruppen, typ av grupper/individer som roller, funktioner, befattningshavare, etnisk bakgrund, olika språk (svenska, engelska), ålder, sociala förhållanden och psykologisk/mentalt tillstånd.

Framför allt tränas studenten i dialoger med andra studenter och lärare. Utifrån detta vidgas dialogen till att innefatta grupper/individer från industrin (via intervjuer, examensarbete, projektuppgifter) och olika typer av avnämare och användare för de produkter och tjänster som en ingenjör skapar (ofta via projektuppgifter och examensarbetet). Strävan är att alla studenter, som progression, skall ha en dialog med ”riktiga” beställare och användare. Denna strävan markeras av den stora vikt som läggs på att studenterna i sitt självständiga arbete utför detta på ett företag eller institution utanför den egna skolan.

Dialog med olika etniska grupper kommer ofta till stånd i de projektgrupper och praktik som studenten deltar i. För våra utbildningsprogram är det vanligt (20%-30%) att studenterna är "andra generationens" invandrare där föräldrar har annan etnisk bakgrund än den traditionella svenska. En del studenter är relativt nyanlända invandrare som varit i Sverige några få år. Denna blandning av studenter medför ett slags "internationalisering på hemmaplan", där religiös, kulturell bakgrund och olika värderingar ingår i undervisningen på ett naturligt sätt. I den inledande kursen om ingenjörsmetodik behandlas förhållningssätt, värderingar och attityder.

Följande fråga och svarsfördelning ur KTHs karriärenkät 2011 för studenter som tog examen 2008-2009 belyser språkbakgrunden.

F39: Är dina föräldrar födda i Sverige?

0

	Antal	Procent			
		Ja, båda	Ja, en av dem	Nej, ingen av dem	Uppgift saknas
Högskoleingenjörsexamen, datateknik	60	72	9	19	0
Högskoleingenjörsexamen, datateknik och elektronik	86	62	8	28	2

Av kursutvärderingar framgår att dialogen i projektgrupperna ofta utvecklas under arbetets gång eftersom nya medlemmar kan tillkomma, individuella och gruppdynamiska effekter utvecklas etc. Att teoretiska modeller och diskussioner om detta uppskattas av studenterna styrks av kursanalyser.

I kursen om ingenjörsmetodik, som ges i årskurs 1, finns följande lärandemål direkt relaterat till examensmål 5. Efter genomgången kurs skall studenten bl a

- kunna delta i, och på ett strukturerat sätt, genomföra ett enkelt projekt i grupp om max 8 studenter.
- kunna skriva rapport enligt kommersiell projektdokumentmall eller mall för vetenskapligt "paper". (mallen för detta är "Sample IEEE Paper for A4 Page Size" ¹¹ (pdf))
- kunna tillämpa metoder för muntlig presentationsteknik
- kunna skapa en enkel hemsida för att presentera resultat och dela information
- kunna reflektera över gruppdynamiska skeenden i en projektgrupp

Lärandeaktiviteter för "muntlig förmåga" är

- föreläsning om muntlig presentation
- korta obligatoriska individuella muntliga presentationer inför publik som också lämnar "feedback"
- muntliga presentationer i grupp där en hel grupp presenterar inför publik
- muntliga diskussioner i mindre grupper (6-8 personer)
- föreläsning om psykosocial teori kring individuell och gruppdynamisk utveckling som sker under samarbete och samtal med andra (ett exempel är hur man muntligen kan ge feedback och hur den kan uppfattas)

¹¹ http://www.ieee.org/conferences_events/conferences/publishing/templates.html

Följande frågor och svarsfrekvenser ur KTHs karriärenkät 2011 för studenter som tog examen 2008-2009 visar studenternas syn på utbildningen om att arbeta i team och att leda arbete.

F31_04: Hur bedömer du din utbildning på KTH när det gäller att...

...arbeta i team/samarbeta med andra?

	Antal	Procent					
		Mycket nöjd	Ganska nöjd	Ganska missnöjd	Mycket missnöjd	Förekom ej	Uppgift saknas
Högskoleingenjörsexamen, datateknik	60	34	59	6	..	..	0
Högskoleingenjörsexamen, datateknik och elektronik	86	42	38	16	..	..	2

F31_05: Hur bedömer du din utbildning på KTH när det gäller att...

...leda andra?

	Antal	Procent					
		Mycket nöjd	Ganska nöjd	Ganska missnöjd	Mycket missnöjd	Förekom ej	Uppgift saknas
Högskoleingenjörsexamen, datateknik	60	6	41	31	..	22	0
Högskoleingenjörsexamen, datateknik och elektronik	86	10	28	28	10	22	2

I kursen om projekt och projektmetoder ingår lärandemålet ”att kunna reflektera över det sociala samspelet mellan individ, grupp och ledare i en mindre projektgrupp”. Studenterna diskuterar, efter läsning i ämnet, detta område i grupp med en lärare och ca 8 andra studenter. Detta lärandemoment är obligatoriskt för alla i kursen.

Det är viktigt att framhålla att samtliga ”projektkurser” strävar efter samarbete med industrin och helst i form av ”skarpar” uppgifter där beställaren är någon utanför skolan. I vissa projektkurser sker detta regelmässigt. Exempel på sådana är projektkursen i elektronik och datorteknik, projektkursen inom datateknik och internetteknik och projektkursen inom programvaruutveckling.

I ett av programmen finns en valbar kurs om karriärutveckling och ingenjörskompetens i form av en strimmakurs under samtliga studieår. Ett genomgående tema är att studenten ska diskutera och få erfarenheter av den kommande yrkesrollen bl.a. genom organiserade studiebesök där yrkesverksamma ingenjörer och andra personalgrupper intervjuas som underlag för diskussion i ett seminarium och en reflekterande rapport (portfolio). Kursen har rönt stort intresse från studenternas sida. I de övriga två programmen finns detta inslag integrerat i ordinarie kurser

Delmål 5c: skriftlig förmåga

Träning i att skriva tekniska rapporter ingår i kursen om ingenjörsmetodik och projektkurserna men även i andra teknikkurser. I kurserna om databasteknik och i kursen om mobila applikationer och trådlösa nät är kortare uppsatser (short papers) på ca 4 sidor obligatoriska moment som examineras. Uppsatsen ska sammanfatta och diskutera en aktuell frågeställning inom teknikområdet. Uppsatserna bedöms i två omgångar. En första bedömning görs via en 'peer review' där studenter läser och bedömer andra uppsatser både utifrån tekniskt innehåll och språklig framställning. Därefter ges studenterna möjlighet att uppdatera sina texter varefter en slutlig bedömning görs. Uppsatserna skrivs med en mall från IEEE eller ACM. Det kan tilläggas att språk och struktur för rapporter behandlas i samband med examensarbetena. På senare år har även språkstöd organiserats för studenter med större språkliga svårigheter.

Värdering av måluppfyllelse

Vår uppfattning är att studenter som examineras från de utbildningar som ingår i denna självvärdering mycket väl uppfyller detta mål. Studenter som har brister i dessa avseenden utvecklar sin förmåga under utbildningens gång beroende på ett flertal tillfällen att öva. Studenters skriftliga förmåga på svenska är överlag bra men det finns brister. Studenter som kommit till Sverige i tonåren har inte en rimlig chans att kunna uttrycka sig på korrekt svenska. I dessa fall uppmanas studenten att ändå skriva på egen hand och i ett förord till texten beskriva sin bakgrund och anledningen till textens utformning och grammatik. Det åligger handledare och examinator att avgöra toleransnivån i denna problematik. Vid granskning av det självständiga arbetet kan detta förord och eventuellt tagits bort vid anonymiseringen inför denna utvärdering.

Följande tabell beskriver studenters uppfattning om koppling till näringslivet och då i viss mån till ”olika grupper”. Tabellen är hämtad ur KTHs karriärenkät 2011 för studenter som tog examen 2008-2009.

F32_01: Hur bedömer du din utbildning på KTH när det gäller...

...kopplingen till näringslivet?

	Antal	Procent					
		Mycket nöjd	Ganska nöjd	Ganska missnöjd	Mycket missnöjd	Förekom ej	Uppgift saknas
Högskoleingenjörsexamen, datateknik	60	9	47	28	13	...	0
Högskoleingenjörsexamen, datateknik och elektronik	86	6	30	24	20	20	0

Del 1

Examensmål 6

För högskoleingenjörsexamen skall studenten visa insikt i teknikens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för dess nyttjande, inbegripet sociala och ekonomiska aspekter samt miljö- och arbetsmiljöaspekter.

Redovisa, analysera och värdera studenternas måluppfyllelse i förhållande till examensmålet.

(Tänk här på att beskriva hur ni uppnår målet, speciellt "[teknikens] roll i samhället och människors ansvar för dess nyttjande, inbegripet sociala och ekonomiska aspekter samt miljö- och arbetsmiljöaspekter", eftersom det kan vara svårt att se i de självständiga arbetena.)

Om examensmål 6

Vår tolkning är att detta examensmål avser aspekter om teknikens nyttjande och konsekvenser efter att en produkt eller tjänst har konstruerats och tagits i bruk. Examensmål 4, som har en likartad målformulering, behandlar själva utvecklingen av produkten/tjänsten i sig. Denna gränsdragning är dock inte exakt. Måluppfyllelse av *förmåga* (examensmål 4) och *insikt* (examensmål 6) i delmål som *samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling* (examensmål 4) och *sociala och ekonomiska aspekter samt miljö- och arbetsmiljöaspekter* (examensmål 6) bidrar tillsammans till studentens övergripande kvalitéer inom dessa områden. Begrepp som "hållbar utveckling", etik och moral har betydelse för detta examensmål liksom de har för andra examensmål.

Måluppfyllelse

Tabell 6 nedan visar översiktligt hur examensmål 6 behandlas och uppfylls i programmens nyckelområden/kurser.

Tabell 6: Examensmål 6 och programmens nyckelområden/kurser

Mål	visa insikt i teknikens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för dess nyttjande, inbegripet sociala och ekonomiska aspekter samt miljö- och arbetsmiljöaspekter			
Delmål	visa insikt i teknikens möjligheter och begränsningar		... [teknikens] roll i samhället och människors ansvar för dess nyttjande, inbegripet sociala och ekonomiska aspekter samt miljö- och arbetsmiljöaspekter	
Nyckelområde /kurs	Progressionsnivå	Säkerställs genom	Progressionsnivå	Säkerställs genom
Projektkurser (studenten läser minst två kurser av denna typ) eller projektrelaterade kurser (programvaruteknik)	3	Kravhantering, görlighetsanalys, design, konstruktion, acceptanstester, övriga tester	3	Ergonomi och arbetsmiljö finns med och redovisas. Säkerhetsaspekter av olika typer ingår. Kravhantering (vad ska gå att göra, bedömningar mm). Redovisning av vision och affärsplan (för exempel se löptexten)
Samtliga teknikkurser (teknikens möjligheter och begränsningar ges insikt via följande)	1-3	Laborationsuppgifter, miniprojekt, tentamen, rapporter		
Ingenjörsmetodik	1	Reflektion i rapport kopplat till etik- och miljöfrågor	1-2	Examination genom obligatorisk rapport med krav på reflektion inom etik och miljö (kursbeskrivning finns i texten)

Mål	<i>visa insikt i teknikens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för dess nyttjande, inbegripet sociala och ekonomiska aspekter samt miljö- och arbetsmiljöaspekter</i>			
Delmål	<i>visa insikt i teknikens möjligheter och begränsningar</i>		<i>... [teknikens] roll i samhället och människors ansvar för dess nyttjande, inbegripet sociala och ekonomiska aspekter samt miljö- och arbetsmiljöaspekter</i>	
Nyckelområde /kurs	Pro- gress- ions- nivå	Säkerställs genom	Pro- gres- si- ons- nivå	Säkerställs genom
Kurser: Miljö- och arbetsvetenskap, Utveckling av elektronikprodukter, Hållbar utveckling, ICT och innovation, Hållbar utveckling med arbetsmiljö	1-3			Examination i tentamen och laboration (beskrivning på utvalda delar finns i texten)
Ekonomikurser			1-3	Tentamen (beskrivning av utvalda delar finns i texten)

I kursen om ingenjörsmetodik, som ges i årskurs 1, är lärandemålen, direkt relaterat till detta examensmål "att efter genomgången kurs skall studenten kunna ange några perspektiv på "hållbar utveckling" som är relevant för en ingenjör, och att kunna ange några etisk/moraliska aspekter som är relevant för en ingenjör". Båda dessa lärandemål berör sociala, ekonomiska och miljömässiga aspekter på teknikens roll, kopplat till ingenjörer som teknikutvecklare, i samhället. I kursen ges en föreläsning av filosofiska enheten på KTH om etik och moral (begreppet etik används ofta i samband med företag och begreppet moral i samband med individer). Vidare genomför studenterna intervjuer med yrkesverksamma ingenjörer på olika IT-företag där frågor ställs om hållbar utveckling, etik och moral. Exempel på intervjufrågor som alla studenter ställer är.

- Finns det moraliska/etiska aspekter som kan påverka din yrkesroll?
- På vilket sätt bidrar du till hållbar utveckling?

Underlaget som studenterna samlar på sig i form av föreläsningar, intervju och egna tankar redovisas i en av kursens examinationsuppgifter. Varje student lämnar in en egen skriven rapport som ska innehålla följande obligatoriska kapitel.

- **INGENJÖRSETIK**
Skrivs individuellt. Beskriv ett etiskt problem som du riskerar att råka ut för i din kommande yrkesutövning. Beskriv även hur du kan lösa eller hantera problemet. Använd information från videoinspelningen av föreläsningen om etik som finns i Bilda och/eller andra källor. Gav ingenjörsvintervjun någon information? Det är obligatoriskt att ha med minst en referens.
- **HÅLLBAR UTVECKLING**
"Skrivs individuellt. Reflektera över hur du i din framtida yrkesroll kan verka för en hållbar utveckling. Gav intervjun någon information om detta? Kan du hitta någon annan information?"

Nedan följer två citat från två studentrapporter.

Student (L.B.) kapitel INGENJÖRSETIK (citat):

"Inom områden där utvecklingen sker snabbt, såsom inom datorteknologin, får vi ofta problem med att etiska och moraliska frågor inte hänger med. Sven Ove Hansson, professor i filosofi på KTH talar i en videoinspelad föreläsning om olika etiska och moraliska aspekter på datorutvecklingen och informationsteknologin. Han börjar i kronologisk ordning att tala om den första dataetiska frågan; kommer datorerna att ta jobben ifrån oss? Vidare talar han om relationen mellan arbetsgivare och tagare, hur mycket övervakning under arbetstid är rimlig. Det finns dataprogram som kan kontrollera

huruvida toalettbesökare tvättar händerna efter sig, hur långa/korta samtal telefonförsäljare har, gör ågon privata ärenden under arbetstid, passerkort inom arbetet gör att man kan ha koll på var och när personer har befunnits sig i vissa lokaler etc. Sedan går Sven Ove Hansson in på ny sorts brottslighet som blivit möjlig med hjälp av datorer, han avverkar integritetsfrågan (datalagen, vilka register får samköras och inte), den nya typen av total anonymitet på Internet och globaliseringens positiva och negativa effekter i samhället. Han går inte in djupare på hur dessa frågor kan komma att beröra en i egenskap av ingenjör, men han pekar på att detta är aspekter man ska vara medveten om då man som ingenjör jobbar mycket med informationsteknologin. Ett problem tar jag upp i bilaga 1 fråga 8), att en ingenjör som utvecklar produkter ska fundera på vad denna produkt kan komma att användas till. Om jag skulle hamna i en situation som känns moraliskt eller etiskt betänkelig så skulle jag ta upp detta problem på min arbetsplats. Om inget görs för att lösa situationen får jag fundera på att byta jobb.”

Student (A.B) kapitel HÅLLBAR UTVECKLING (citat):

”Dagens och även framtidens yrkesroller kan göra mycket för en hållbar utveckling. Oavsett vad man jobbar med finns det alltid något man kan göra, varav många saker nämndes i intervjuenkäten som sammanställts. En sak som ofta återkom är att resa miljövänligt. I dagens ingenjörsyrken är det väldigt vanligt att man transporterar sig till olika destinationer och inte bara till och från jobbet. Det kan vara tåg, flyg, bil till möten eller kontor på andra håll. Nu för tiden stäcker sig många företag internationellt och då kan de krävas av de anställda att de måste resa mycket mellan arbetsplatserna. Detta kommer även vara en stor grej i framtiden och även om dagens resealternativ blir allt miljövänligare så påverkar det samtidigt miljön väldigt mycket då resorna blir allt flera. En annan sak som är väldigt omtalad är digital dokumenthantering. Detta är något jag tror kommer bli allt mer populärt i framtiden. Redan nu kan man ju skicka email, bilder, videor, till och med signera digitala dokument. Även om det sker på en stor skala idag tror jag det kommer bli mer och mer av detta i framtiden. När vår generation är 50 år så kanske papperskopior är ett minne blott. En hållbar utveckling berör dock inte bara vad vi jobbar med för verktyg, utan även vår egen hjärna. Vi måste konstant utbilda oss, föra vidare kunskap, dela med oss av erfarenheter och på så sätt bidra till en hållbar utveckling.”

Teknikkurser, bidrag till måluppfyllnad

I kurser om programvaruutveckling, programvaruteknik och mjukvaruutveckling (software engineering) och projektkurser ingår upphovsrätt, avtal, offert mm. Effekter på samhälle, personlig integritet och ”social säkerhet” ingår i kurser om IT- och nätverkssäkerhet. Dessa aspekter behandlas även i ett par av de examensarbeten som valts ut för granskning.

En tillfrågad lärare gav följande förklaring till momentet om ”social säkerhet” som ingår i kursen om nätverkssäkerhet. ”Säkerhet handlar inte bara om att kunna teknik utan även inse vad användare förstår och inte förstår. En stor del av säkerheten på ett företag är t.ex. att utbilda de anställda varför en sak måste göras på ett speciellt sätt. Alla förstår risken och eventuella konsekvenser med att inte låsa dörren hemma, alltså gör alla det. Men samma förståelse finns inte hos personer när det gäller IT, och därför efterföljs inte alltid regler som företaget har gällande datorer, usb-minnen, mobiltelefoner osv. Man måste försöka förstå hur användare tänker och agerar. T.ex. att tvinga personer att byta lösenord 1 gång var 3:e mån på jobbet kommer antagligen bara skapa att användaren skriver ner sitt lösenord och lägger det under tangentbordet. Vilket gör att denna åtgärd kanske t.o.m. minskade säkerheten på företaget.”

Samtliga teknikkurser har laborativa inslag där tekniken provas och modifieras i syfte att inse dess tekniska funktion. Detta ger också möjlighet till reflektion kring möjligheter och begränsningar i samhället.

Samhälleliga aspekter av teknisk utveckling och tekniska lösningar inom datateknik är av stor relevans för utbildningsprogrammen. Konsekvenser för personlig integritet och datasäkerhet är en av informationsteknikens och Internets mest omdiskuterade frågeställningar. Detta återspeglas i programmet i kurser om nätverkssäkerhet, där perspektivet är bredare än det strikt tekniska perspektivet. Ett antal av de examensarbeten som valt för granskning behandlar konsekvenser för enskilda och organisationer (exempelvis Försvarmakten) av att trådlös kommunikation och personlig utrustning (smarta telefoner, surfplattor etc.) blir allt vanligare. En annan aspekt av detta är juridiska och kommersiella regelverk och förutsättningar för utveckling av programvara, vilket ingår som obligatoriskt moment i kursen om programvarukonstruktion.

Informations- och kommunikationsteknik har blivit en naturlig och ofta nödvändig del av all produktutveckling och människors dagliga liv. Sociala, etiska och personliga aspekter av datateknikens användning är därför en viktig del av programmets målsättning. För Skolan för teknik och hälsa är ingenjörnsrollen intimt förknippad med teknikens acceptans och roll för enskilda människor och hälso- och sjukvård i stort en näraliggande frågeställning. IT i vård och om-

sorg, bl.a. för den åldrande befolkningen, har varit utgångspunkten för projekt och examensarbeten i samarbete med Centrum för hälsa och byggande (CHB).

Projektkurser, bidrag till måluppfyllnad

I de svenska högskoleingenjörsutbildningarna och i de som beskrivs i denna rapport finns en lång tradition att ge kurser inom projektmetodik och genomförande av projektuppgifter. Det ingår i själva yrkes- och utbildningsprofilen. Många ingenjörsutbildningar, däribland KTH och Chalmers, har varit med att utveckla och tillämpa konceptet CDIO¹², som blivit en referensmodell för ingenjörsfärdigheter och ingenjörsutbildning.

I dessa kurser används aktuella projektuppgifter som hämtas direkt från, och i samarbete med, industrin/institutioner samt aktuella och utbildningsanpassade uppgifter som utformats av lärare eller/och studenter. I genomförandet av dessa kurser och projektuppgifter ställs studenten inför frågeställningar som är direkt kopplade till examensmål 6. Ett exempel på detta är att projektuppgiften i kursen "Projekt och projektmetoder", som läses av TIEDB och TIDAB, under de senaste åren handlat om övervakning och styrning av elektriska apparater i hemmet. Denna uppgift handlar om framtida möjligheter att köpa el på timbasis, vilket optimerar elkonsumtionen och bidrar till bättre energianvändning och hållbar utveckling. Det kan tilläggas att en grupp i detta projekt utvecklade ett systemgränssnitt för blinda med syntetiskt tal, vilket presenterades vid den gemensamma redovisningen.

Framtagning av en produkt eller tjänst inleds med framtagning av en "vision" som beskriver en idé till produkten, produktens syfte, samt möjligheter och begränsningar. Flera aspekter i detta arbete och dokument är direkt relaterat till examensmål 6. I figur 3 här intill visas innehållsförteckningen i ett dokument framtaget i en projektkurs, där produktens värde för en målgrupp ska motiveras.

Ett annat exempel är samarbetet med KTH:s centrumbildning Centrum för hälsa och byggande (CHB) och forskningsavdelningen DASH (Design, arbetsmiljö, säkerhet och hälsa) som bedriver forsknings- och utvecklingsarbete om teknik för livslångt boende för bl.a. äldre och funktionshindrade. Samarbetet har bl.a. lett till examensarbeten och projektarbeten inom smarta hem och informationsteknologi. Teknikens roll i samhället, för äldre och funktionshindrade är en viktig del när datateknik tillämpas inom detta område.

I programmen ges följande projektkurser:

- Projektkurs inom datateknik och internetteknik
- Projektkurs inom programvaruutveckling
- Projekt och projektmetoder
- Projekt i elektronik och datorteknik
- Utveckling av elektronikprodukter

Exempel på lärandemål ur dessa kurser med koppling till detta examensmål är:

- Kunna analysera och föreslå hur man säkerställer att samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling beaktas i produkt och projektprocess
- Hantera projektets ekonomi och redovisning

KTH ICT II1302 V2012		Vision, idé (Business Case)
Intelligenta hem - övervakning och styrning		Version <2012-03-19>
<i>Table of Contents</i>		
Executive Summary	3	
Reasons for Investing	3	
Benefits	3	
Costs	3	
Timescales	3	
Return-On-Investment (ROI) Profile	4	
Risks	4	
Constraints and Assumptions	4	
Investment Appraisal	4	
Alternative Options	4	
1 Introduction	5	
1.1 Document Purpose	5	
1.2 Document Scope	5	
1.3 Document Overview	5	
2 Opportunity	6	
2.1 Business Opportunity	6	
2.2 Problem Analysis	6	
2.3 Problem Statement	6	
2.4 Market Demographics [Optional]	6	
2.5 Summary of Expected Benefits	7	
3 Solution Options	8	
3.1 Solution Option 1, "Embedded system controller with Web based interface"	8	
3.1.1 Solution Overview	8	
3.1.2 Indicative Costs	8	
3.1.3 Projected Benefits	8	
3.1.4 ROI Profile	8	
3.1.5 Recommendation	8	
4 Product Positioning	9	
4.1 User Environment	9	
4.2 Summary of Benefits and Capabilities	9	
4.3 Alternatives and Competition	9	
4.4 Summary of business case	9	
4.5 Assumptions and Dependencies	9	
Appendix A - References	10	

Figur 3: Innehållsförteckning ur ett visionsdokument från en projektgrupp

¹² CDIO (Conceive-Design-Implement-Operate verkliga produkter/tjänster) <http://www.cdio.org/>

- Förklara och använda bra personlig arbetsergonomi
- Kunna söka, sammanställa, skriftligt och muntligt presentera information om ett teknikområde som betonar elektronikkens betydelse för ett hållbart samhälle. Exempel på områden som kan studeras är materialval, byggtkniker, återvinning, strömförsörjning, batterier, energibesparing och möjlighet att skörda energi från yttre källor.

Typiska lärandemål i projektkurser som indirekt ofta berör detta examensmål är

- analysera problemställningar samt föreslå lämpliga lösningalternativ
- söka information och samla in relevanta fakta för problemlösningen
- genomföra en konstruktion som uppfyller en given kravspecifikation
- utveckla en prototyp samt testa och utvärdera genomförd konstruktion

En läraaktivitet för att uppfylla målet i kursen i kursen om projekt och projektmetoder är att projektgrupperna utser en ansvarig för ergonomi, både för medarbetarnas arbete i gruppen och för den produkt som utvecklas. På detta sätt skapas diskussion och insikt i ämnet ergonomi. Figur 4 visar innehållsförteckningen ur ett dokument från en projektgrupp.

Innehållsförteckning	
1. Dokumentinformation.....	3
1.1. Syfte med detta dokument.....	3
1.2. Dokument innehåll.....	3
2. Beskrivning av produkt.....	4
2.1. Isläcker.....	4
2.2. Resultatmålen.....	4
2.3. Effektmålen.....	4
3. Ergonomi.....	5
3.1. Information om kravspecifikationen för olika handikapp.....	5
3.2. Kravspecifikation.....	5
4. Ergonomi produkten.....	5
4.1. Ergonomi aspekter Isläcker.....	5
4.2. Förslag på kommande generationer av Isläcker.....	5
4.3. Exempel för nästa generations Isläcker.....	6
5. Ergonomi gruppen.....	7
5.1. Information om kravspecifikation för ergonomi inom gruppen.....	7
5.2. Kravspecifikation för ergonomi inom gruppen.....	7
5.3. Ergonomiska aspekter inom gruppen.....	7
5.4. Ergonomi frågan inom gruppen.....	7
5.5. Sammanfattning ergonomi.....	8

Figur 4: Innehållsförteckning ur projektdokument från ett studentprojekt

Kurser om miljö och arbetsmiljö

Specifika kurser om miljö och arbetsmiljö är följande. Kursernas namn avspeglar innehållet och kopplingen till examensmål 6.

- Miljö- och arbetsvetenskap
- Utveckling av elektronikprodukter
- Hållbar utveckling, ICT och innovation
- Hållbar utveckling med arbetsmiljö

I lärandemålen för den obligatoriska kursen Miljö- och arbetsvetenskap på ett av programmen står att studenterna ska ha tillräcklig kunskap ”om aktuella miljöproblem, miljötekniker och lagstiftningsfrågor att han/hon kan utveckla och upprätthålla produkter och processer på ett ekologiskt hållbart sätt, medverka upphandling och kontakter med myndigheter på ett tekniskt och etiskt hållbart sätt”, och om arbetsskadeprevention ”att han/hon kan förebygga arbetsskada genom att tillämpa kunskaper för ett hälsofrämjande arbetssätt”. Studenter skall kunna tillämpa och utveckla framtida arbetsplat-

sers miljö- och kvalitetssystem genom att kunna dokumentera, mäta, följa upp och förbättra arbetsrutiner och åtgärda eventuella brister, enligt lärandemålen. Följande moment ingår i kursen:

- Miljöeffekter
- Miljötekniker: gas- och luftrening, vattenrening mm
- Helhetssyn på miljöarbete
- Prioriteringar i företagets miljöarbete, livscykelbedömningar
- Avfallshantering och kretsloppsprinciper
- Fysisk arbetsmiljö: belastning, buller, belysning, kemiska hälsorisker mm
- Psykosocial arbetsmiljö
- Ergonomisk arbetsplatsutformning
- Projektarbete och användbarhet

I kursen om utveckling av elektronikprodukter examineras lärandemålet att ”söka, sammanställa, skriftligt och muntligt presentera information om ett teknikområde som betonar elektronikkens betydelse för ett hållbart samhälle. Exempel på områden som kan studeras är materialval, byggtekniker, återvinning, strömförsörjning, batterier, energibesparing och möjlighet att skörda energi från yttre källor”.

Kurser med innehåll om ekonomi och organisation

Kurserna Ekonomi och organisationsteori och Industriell ekonomi, grundkurs, kan läsas i programmen. I kursen Ekonomi och organisationsteori, som är obligatorisk i ett av programmen ingår att ”redogöra översiktligt för samhällsekonomiska företeelser som t ex marknadsekonomi, sysselsättning, tillväxt och utrikeshandel samt ha synpunkter på olika ekonomiskt politiska aktiviteter med utgångspunkt i sina egna värderingar”, och att ”identifiera och beskriva olika organisationsformer”, samt att ”förklara hur en organisation som tar till vara mänskliga behov och resurser också får bättre ekonomiskt resultat.”

Värdering av måluppfyllelse

Kvalitetsnivån på detta examensmål är ”insikt i” vilket är en oprecis formulering som öppnar för tolknings- och ambitionsfrihet. Uppfattningen hos författarna till denna självvärdering (tillika programansvariga) är att detta examensmål är viktigt för yrkesrollen som blivande ingenjör i ett bredare perspektiv, där ingenjören ska bidra till en positiv och önskad samhällsutveckling ur flera perspektiv. Alla studenter på programmen har minst en obligatorisk kurs som skapar insikt i det som examensmålet syftar till. Därutöver finns ytterligare kurser som också bidrar till att examensmålet nås. Vid examen uppfyller studenten detta examensmål väl.

Del 2

Syftet med den andra delen av självvärderingen är att redovisa de förutsättningar som har en påtaglig betydelse för utbildningens resultat. En sådan förutsättning är den lärarresurs som används i den utvärderade utbildningen. Därför bör lärosätena i självvärderingen redovisa uppgifter om lärarkompetens och lärarkapacitet samt analysera dessa uppgifter i relation till antal studenter och de mål som gäller för den aktuella examen. Lärosätena har också möjlighet att redovisa och analysera relevanta uppgifter om studenternas förutsättningar och argumentera för hur detta kan ha påverkat utbildningens resultat.

Lärarkompetens och lärarkapacitet

Av regeringens uppdrag till Högskoleverket (U2009/427/UH) framgår att:
"Lärarnas kompetens och tillgången på lärare är förutsättningar som normalt har en påtaglig betydelse för utbildningens resultat. Det ska därför ingå som en del i utvärderingarna. Det är dock viktigt att poängtera att lärarkompetensen ska bedömas i relation till de mål som finns för respektive examen. Därför ska lärosätena i självvärderingen redovisa uppgifter om lärarnas kompetens och tillgången på lärare och analysera dessa uppgifter i relation till resultaten."
Analysera lärarkompetens och lärarkapacitet i relation till antalet studenter och de utvalda målen. Här bör även lärarnas yrkeskompetens analyseras i relation till målen.

Analysen av lärarkompetens och lärarkapacitet kompletteras med en redovisning i tabellform. Ni väljer själv hur ni vill redovisa detta men förklara hur ni gjort. Ni behöver inte redovisa anställningarnas omfattning på individnivå, men bedömgruppen behöver få en bild av den totala lärarkapaciteten. Ett förslag till tabell ligger sist i självvärderingen.

Antal helårsstudenter

Redovisa antal helårsstudenter i den aktuella utbildningen. Redovisningsperioden ska överensstämja med den period som har valts för redovisning av lärarkompetens och lärarkapacitet.

Antal helårsstudenter i aktuell utbildning

	Antal
Helårsstudenter	370 HST (för året 11/12)

Lärarkompetens och lärarkapacitet

De flesta av programmens kurser ges av av forskande enheter vars uppgift är att undervisa, forska och samverka med det övriga samhället. Sammansättningen av lärare som på deltid eller heltid undervisar i de utvärderade programmen är enligt tabell 7.

Tabell 7: Tabellen visar tjänstetitel på lärare som till deltid eller heltid undervisar på de utvärderade programmen.

Kategori	Antal personer	Varav				Docent	Anm
		Bitr	Adj	Gäst	Doktor/Lic		
Totalt lärare	55	3	0	1	29	9	
Professor	11		0	1	11	2	
Lektor	17	3			16	7	
Adjunkt	27				5	0	

Huvuddelen av kurser på grundnivå genomförs av adjunkter och lektorer. Professorer undervisar i enstaka kurser eller del av kurs. Doktorander medverkar på laborationer och ibland på övningar. I programmen förekommer, framför allt i de högre årskurserna, kurser på avancerad nivå. Dessa kurser har i större utsträckning professorer som föreläsare än kurser på grundnivå.

Att ange den procentuella delen som varje lärare bidrar med till undervisningen av högskoleingenjörerna, i denna utvärdering, blir snabbt ett komplext problem. Detta för att en stor del av kurserna samläses av högskoleingenjörer, kandidater, civilingenjörer och ibland masterstudenter samt att flera lärare är inblandade i varje kurs. En uppskattning/beräkning av lärarkapacitet för programmen kan istället göras utifrån de finansiella medel som avsätts till tjänstetid för "heltidslärare". Kalkylen utgår ifrån 370 helsårsstudenter med en prestationsgrad på ca 85 %. Kalkylen ger då (som i fördelning av adjunkter och lektorer är en relevant bedömning) följande resultat.

Lärartjänster i halv och heltidsekvivalenter för de utvärderade högskoleingenjörsprogrammen:

- 1 st Professor på halvtid
- 5 st Lektorer på heltid
- 8 st Adjunkter på heltid

Den årliga arbetstiden för heltidslärare används på följande sätt (tiden anges i timmar), se tabell 8.

Tabell 8: Lärares årsarbetstid (tid är angivna i timmar)

Kategori	Ålder	Årsarbets-tid	Undervis-ning	Forskning egen utveckl.	Administra-tion
Professor			Lägst	Högst	Lägst
	- 29	1 756	455	1 125	176
	30 - 39	1 732	434	1 125	173
	40 -	1 700	405	1 125	170
Lektor			Högst	Lägst	Lägst
	- 29	1 756	1 230	350	176
	30 - 39	1 732	1 209	350	173
	40 -	1 700	1 180	350	170
Adjunkt			Högst	Lägst	Lägst
	- 29	1 756	1 405	175	176
	30 - 39	1 732	1 384	175	173
	40 -	1 700	1 355	175	170

Värdering av lärarkompetens och lärarkapacitet

Tillgången till lärarkompetens och lärarkapacitet är mycket god och antalet experter (forskare i framkant) är mycket högt. Pedagogisk utbildning har dessa lärare genomsnittligt minst en 7, 5 hp kurs från KTH eller annat lärosäte. En stor del av adjunkterna är lärarutbildade vid lärarhögskola.

Del 2

Studenternas förutsättningar

Här ges möjlighet att redovisa och analysera relevanta uppgifter om studenternas förutsättningar och argumentera för hur detta kan ha påverkat utbildningens resultat.

År 2004 gjordes utredningen ”Högskoleingenjör – och kandidatutbildningarna på KTH”. I den konstaterades ett antal skillnader mellan studenterna på högskoleingenjör- och civilingenjör-programmen. Dessa skillnader mellan studenterna har i viss mån minskat, då även skillnaderna mellan programmen blivit mindre tydliga, men kvarstår ännu till stor del.

- Studenterna på högskoleingenjörsprogrammen rekryteras i större andel lokalt kring det campus de studerar vid.
- Studenterna på högskoleingenjörsprogrammen kommer i större utsträckning från icke-akademiska miljöer, dvs. där någon av eller båda föräldrarna saknar eftergymnasial utbildning
- Studenterna på högskoleingenjörsprogrammen kommer mer sällan direkt från gymnasiet, utan har antingen varit ute i arbetslivet i några år eller kompletterat sina gymnasiebetyg via tekniskt basår eller KomVux.
- Högskoleingenjörsprogrammen har en större etnisk spridning bland studenterna. Många hör till ”andra generationens invandrare” och flera av studenterna har själva bara bott i Sverige ett fåtal år.

Dessa skillnader påverkar både examensarbetena och utbildningen som helhet. De äldre studenterna på dessa program har ofta målet att ”skaffa sig ett arbete”, snarare än att ”skaffa sig en universitetsexamen”. Då många arbetsgivare inte efterfrågar formell examen saknar de då ofta motivation att färdigställa examensarbetet eller gå klart utbildningen om de erbjuds en anställning under pågående utbildning.

Den högre medelåldern och arbetslivserfarenheten bland studenterna kan vara en fördel, i synnerhet i samband med projekt- och grupparbeten. Dessa studenter är dock, även om deras motivation är hög och studieresultat ofta är goda, inte benägna att läsa vidare på master- eller magisternivå, helt enkelt för att deras livssituation inte medger det.

Vad gäller examensarbetena kan det konstateras att studenterna som inte har svenska som modersmål får lägga ned oproportionerligt mycket tid på själva rapportskrivningen, vilket ofta leder till att de har svårt att avsluta arbetet på de tio veckor som det är tänkt.

Bland högskoleingenjörsstudenterna gör nästan samtliga sina examensarbeten hos externa uppdragsgivare och inte på forskande institutioner, vilket leder till att studenter med dåligt kontaktnät inom näringslivet kan ha svårt att hitta relevanta uppgifter, något som kan försena starten av arbetet.

Del 3

Andra förhållanden

Här kan lärosätet redovisa fakta om de självständiga arbeten som ingår i respektive utbildning, till exempel:

1. Hur många högskolepoäng det självständiga arbetet omfattar.
 2. Under vilken termin det självständiga arbetet vanligen genomförs.
 3. Om studenterna vanligen arbetar ensamma eller i grupp och i så fall hur många studenter som vanligtvis ingår i gruppen.
 4. Finns det något annat speciellt ni vill framföra kring er process med självständiga arbeten?
-

Det självständiga arbetet

Studenternas självständiga arbete (examensarbete) är mycket viktiga inom högskoleingenjörsutbildningen. Det är kroken på verket och ska avspegla studentens förmåga att i sin kommande yrkesroll kunna utföra ett större självständigt arbete, och att förmedla och värdera resultatet i en teknisk rapport. Vi föredrar att använda termen "rapport", framför beteckningen "uppsats" på dokumentet som redovisar studentens självständiga arbete. Dokumentet ska uppfylla gängse krav på formalia, behandling av källor etc. för en teknisk rapport.

Examensarbetet omfattar 15 högskolepoäng (10 veckors heltidsstudier) och genomförs som sista kurs i det tredje läsåret och utförs enskilt eller tillsammans med någon studiekamrat (max 2 studenter per examensarbete). Strävan är att examensarbetet utförs på ett företag och handlar ofta om att utforma, implementera, testa och hantera produkter och system i vid mening. I bedömningsgrunderna för examensarbetet ingår, förutom den skriftliga rapporten, även hur väl arbetsprocessen och den obligatoriska offentliga muntliga presentationen med efterföljande frågor fungerar.

Examensarbetet ska ges betyg enligt skalan A-F, utifrån de KTH-gemensamma bedömningsgrunderna och kriterierna. Samtliga examensarbeten ska värderas utifrån tre KTH-gemensamma bedömningsgrunder: **Ingenjörsmässigt och vetenskapligt innehåll, Process, samt Presentation.**

De självständiga arbeten som valts ut för granskning i denna utvärdering kan sägas representera olika typer av examensarbeten. Några rapporter håller god kvalitet med avseende på i första hand examensmål 1-4. I en del rapporter ligger tyngdpunkten på att utveckla, implementera och hantera produkter, processer och system (i bred bemärkelse), ofta med utgångspunkt från en kravspecifikation. Några rapporter behandlar tekniska system utifrån samhällsliga och sociala aspekter (t.ex. IT-säkerhet). Vi vill framhålla att en förhållandevis stor andel, fyra av sjutton framlumpade rapporter, är skrivna av studenter som påbörjat kursen i tidigare nedlagda program, som omregistrerats och slutfört arbetet under föregående läsår på kursnummer som tillhör våra nuvarande program.

I det självständiga arbetet finns beprövad erfarenhet och vetenskaplighet inbyggt i själva konstruktionen av tjänsten/produkten i form av använd teori och teknik. Modellering och simulering används för att beskriva produktens krav, konstruktion och funktion ("ingenjörens ritning"). Det är anmärkningsvärt hur mycket tid, för en ingenjörstudent, som konstruktionsarbetet tar i förhållande till tiden som blir kvar för rapportskrivande. Ofta är detta ett dilemma som en ingenjörstudent måste bearbeta, mer tid för rapportskrivande ger mindre tid för produkt och vice versa.

Här ges möjlighet att redovisa andra förhållanden som kan vara särskilt betydelsefulla för att bedöma den aktuella utbildningen och som inte har redovisats tidigare i självvärderingen. Det kan till exempel vara lokala mål, utbildningens profil eller hur stor andel studenter som läser kurser i huvudområdet i program respektive som fristående kurs.
