

Programbeskrivning för programmet

## **Energieffektivisering inom belysningsområdet - etapp 2**

2012-01-01 -- 2015-12 -31

Beslutsdatum  
2011-12-01

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Sammanfattning</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Programmets inriktning</b>	<b>8</b>
2.1	Vision.....	8
2.2	Syfte.....	8
2.3	Mål.....	8
2.4	Framgångskriterier.....	9
2.5	Forsknings, utvecklings- och teknikområden.....	15
2.6	Energirelevans.....	19
2.7	Samhälls- och näringslivsrelevans.....	20
2.8	Miljöaspekter.....	21
2.9	Projektgenomförare/projektdeltagare.....	22
2.10	Avnämare/intressenter.....	23
2.11	Arbetsätt.....	23
<b>3</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>Genomförande</b>	<b>27</b>
4.1	Tidplan.....	27
4.2	Budget och kostnadsplan.....	27
4.3	Ansökningskriterier och hantering av ansökningar.....	27
4.4	Programråd/programstyrelse.....	28
4.5	Kommunikationsplan och resultatspridning.....	28
4.6	Syntes.....	29
4.7	Utvärdering.....	30
<b>5</b>	<b>Avgränsningar</b>	<b>31</b>
5.1	Forsknings-, utvecklings- och teknikområden.....	31
5.2	Andra anknyttande program inom Energimyndigheten.....	32
5.3	Andra anknyttande aktörer.....	33
5.4	Forsknings- och utvecklingsområden – översikt.....	33
5.5	Internationell samverkan.....	36
<b>6</b>	<b>Ytterligare information</b>	<b>37</b>

# 1 Sammanfattning

## Bakgrund

Denna programbeskrivning utgör en fortsättning - etapp 2 - för ett tidigare program som omfattat fyra år d v s för perioden 2008-2011. Programbeskrivningen har därmed påverkats av vad som skett under de fyra första åren - såväl av det som varit framgångsrikt som det som uppvisat brister. Den satsning som gjorts på belysningens påverkan på beteende, hälsa och prestation kommer att fortsätta. Ett annat större område utgörs av väg- och gatubelysning. Vad gäller inriktningen av tillämpningsområden kommer en fokusering i denna etapp att mer utgöras av offentliga miljöer än i etapp 1.

Programmet ingår som en del av den belysningsstrategi som Energimyndigheten tagit fram. Strategin beskriver hur Energimyndigheten avser att främja:

- Nationella aktörer inom forskning, utveckling.
- Kommersialisering och spridning av energieffektiva belysningslösningar för visuella och icke visuella tillämpningar.
- En miljövänlig och resurssnål belysningsanvändning.

Strategin formulerar mål utifrån tidsperspektiv till år 2020.

Mot bakgrund av att detta FoU-program är så omfattande blir energirelevansen och besparingspotentialen hög. Belysning svarar för omkring 10 procent av den totala elanvändningen i Sverige.

Inom belysningsområdet bedöms det finnas möjlighet till elbesparingsvinster på upp till 80% med kostnadstäckning inom 3 till 10 år. Ett stort problem är att belysningsanläggningar har en lång livslängd (väg- och gatubelysning 30 till 40 år och kontorsbelysning ca 25 år). I EU-studier om t ex väg- och gatubelysning beräknas att denna inom EU (25) står för omkring 1.3% av den totala elanvändningen (35 TWh). För närvarande är t.ex. den årliga förnyelsen av väg- och gatubelysningsanläggningar i Europa bara ca 3 % per år. Detta innebär att den klart största elsparpotentialen ligger i ett snabbare utbyte av gamla belysningsanläggningar än vad som nu sker. Det gäller alla belysningsområden. Bristerna i de gamla anläggningarna gäller såväl själva ljuskällan som armaturerna i sin helhet (optik, reflektor, ballast, elektronik, dimning mm.)

Studier visar på att belysning i privatbostäder, i Sverige, svarar för ca 4 TWh per år. Elsparpotentialen på kort sikt (byte till lågenergilampor) torde ligga omkring 2 TWh per år. Fortfarande utgör glödlampor närmare 60 % av alla lampor i hushåll. På längre sikt med infasning av LED-belysning kan sparpotentialen sannolikt nå

minst 3 TWh. Om alla belysningssektorer inräknas (kontor, väg- och gatubelysning etc) bedöms den totala sparpotentialen uppgå till ca 6 TWh.

Sverige har en stark tradition som föregångsland när det gäller miljöanpassad belysning på arbetsplatser. Det fanns tidigare en väl etablerad forskning som nådde ut till användarna. Det senaste decenniet ledde dock till en fragmentering av forskningsmiljöerna, vilket innebar allt mindre enheter med för små resurser för att upprätthålla en kritisk massa.

Under år 2006 genomförde Energimyndigheten en inventering av den svenska forskningsbasen för belysningsområdet. Denna bekräftade att de forskningsmiljöer som fanns hade små resurser utan i princip någon koordinering av de befintliga kompetenser som fanns inom universitet och högskolor, industri, konsulter etc. Inventeringen visade också på att det fanns ett starkt kluster vid Jönköpings tekniska högskola och ett starkt forskningskluster vid Lunds universitet. Dessa båda miljöer täckte dock inte in hela det flervetenskapliga området Belysning. En centrumbildning (Ceebel) skapades därför inom programmets första etapp med syfte att koordinera, informera om och sprida forskningsresultat för att underlätta samverkan mellan olika forsknings-miljöer.

Belysningsmarknaden kan delas upp i hembelysning och belysning för offentlig miljö. Hembelysning väljs och köps till största delen av användaren själv. Belysning för offentlig miljö kan likställas med det som benämns den professionella belysningsmarknaden. Den senare marknaden består av fem huvudaktörer: beställare (byggherre, byggföretag, fastighetsförvaltare), beskrivare (arkitekt, ljusdesigner, elkonsult), produktleverantör (armaturföretag), inköpare (elgrossist, elentreprenör, byggentreprenör) och slutanvändare (hyresgäst, brukare).

När det gäller ljus och energi i byggnader och miljöer har den kombinerade effekten av dagsljus, solinstrålning och belysning stor betydelse för inomhusmiljön och energianvändningen. För att undvika suboptimeringar måste byggnaden hanteras som ett mångdimensionellt system. På grund av högre krav att spara energi för uppvärmning har byggnadsskalet och ventilationssystemen förändrats drastiskt under senare år genom förbättrad värmeisolering, nya byggnadsmaterial samt energieffektiv ventilation som med värmeåtervinning har påverkat termiska och hygroskopiska förhållanden och därmed effekten av solinstrålning, dagsljus och belysning.

Bostads- och servicesektorns elanvändning kan delas upp på hushållsel, driftel samt uppvärmning med el. Ett hushåll använder ca 800 kWh per år till belysning. Belysning är den enskilt största delen av hushållselen, följt av kyl, frys och hemelektronik. Ungefär fem procent av den el som går till en glödlampa ger ljus, resten omvandlas till värme. Om alla glödlampor byts till lågenergilampor kan elbehovet för belysning minska med ca 80 procent. Den pågående utvecklingen mot mer energieffektiva hushållsmaskiner och belysningslösningar påverkar således byggnaders energibalans.

För att de byggnader som projekteras idag ska ge ett tillfredställande inomhusklimat krävs att belysningseffekterna tas med redan i planeringen vilket fortfarande inte sker i någon större omfattning.

Ett alltför vanligt scenario i inglasade byggnader är att solskyddsanordningar för att reducera bländning används samtidigt som belysningen är tänd. Belysning måste därför förstås i ett systemperspektiv tillsammans med andra installationer i byggnaden. Värme, kyla och ventilation påverkas i stor utsträckning av belysningsanläggningarna och driften av belysningssystemet.

Energieffektivitet är en viktig fråga för belysningskonsulter men den måste balanseras gentemot behovet av en väl belyst miljö för att säkra produktivitet, välbefinnande, säkerhet och hälsa. Forskningen har visat på att god belysning kan vara tillfredställande och skapa produktivitet medan dålig belysning skapar otrivsel, trötthet och stress. En ohälsosam inomhusmiljö leder till en nedgång i produktivitet och även ökad sjukfrånvaro. I kontor där den stora kostnaden relateras till de anställda (lön, utbildning, kompetens etc), måste huvudsyftet med belysningen vara att stödja de anställda i deras arbetsuppgifter och att försäkra sig om att de är nöjda med belysningsförhållandena. Därför är syftet med kontorsbelysning att maximera de kontorsanställdas arbetstillfredsställelse samtidigt som energianvändningen minimeras.

Ljus stimulerar inte enbart individens visuella respons, utan påverkar också dess perception av ett rum, liksom känsloläge, motivation och beteende.

### **Programmets mål**

Syftet med programmet är att inrikta forskning och teknisk utveckling mot belysningsområden där stora vinster kan förväntas i fråga om energieffektivisering utan att förlora något i frågan om funktion. För att åstadkomma detta är syftet att säkerställa att det finns kompetens och kunskap som kan bevaka och medverka i den framtida teknikutvecklingen för att öka

förändringstakten inom belysningsområdet och ge förslag till energieffektiva lösningar.

Programmet ska bidra till att bygga upp och underhålla en nationell kompetens inom området.

Målet är också att utveckla nya metoder för att effektivisera el- och energianvändningen inom området belysning, öka takten i den nuvarande förnyelsen av belysningsanläggningar till mer energieffektiva sådana. Exempel på sådana FoU-projekt innefattar högre utnyttjande av IT samt styr- och reglerteknik för en ökad energieffektivisering i olika belysningslösningar.

## **Genomförande**

Programmet period löper över 4 år med start 2012-01-01 t o m 2015-12-31.

Programmet fördelar sina medel genom såväl beställningar som öppna utlysningar. De utlysningar som görs kommer att ha mycket tydliga inriktningar och avgränsningar. Informationsaktiviteter kommer att genomföras under hela programperioden. Aktiviteter för informationsspridning och analys/syntes kommer att genomföras löpande under programperioden. Programkonferenser anordnas årligen under programperioden.

## **Finansiering**

FoU-programmet stöds av förordningen (2008:761) om statligt stöd till forskning och utveckling samt innovation inom energiområdet.

Vissa av de ingående myndigheterna, organisationerna och andra intressenter av programmet kommer att medverka med samfinansiering i olika projekt i enlighet med den förordning som Energimyndigheten har att tillämpa.

Forskningsförordningen (2008:761) har varierade stödmöjligheter vad gäller finansiering med stöd från 100 % till 15 % beroende på vilken typ av FoU som avses.

## **Budget och kostnadsplan**

Nedan ges ett förslag till finansiering.

År 2012	15 000 000 kr
År 2013	15 000 000 kr

År 2014	15 000 000 kr
<u>År 2015</u>	<u>15 000 000 kr</u>
Totalt	60 000 000 kr

Vissa av de ingående myndigheterna och organisationerna i Programrådet kommer efter slutförda förhandlingar att ytterligare bidra till programmet. På grund av de beslutsprocesser som gäller för dessa myndigheter/organisationer beräknas sådana bidrag inte kunna tillföras programmet förrän tidigast under senare delen av 2012 men till viss del löpande under programperioden.

### Utvärdering

Under perioden maj-augusti 2011 har två internationella forskare gjort en utvärdering av samtliga projekt inom belyningsprogrammet (bifogas).

Av de slutsatser och rekommendationer som ges kan nämnas bl a följande:

Det är av stor vikt att ett nytt belyningsprogram har ett långsiktigt perspektiv

Det är nödvändigt att fortsätta uppbyggnaden av den nationella kompetensen - på hög nivå - för att åstadkomma en permanent multidisciplinär och tillgänglig kunskapsdatabas för belyningsområdet. Ett sådant arbete har påbörjats men kräver en längre/större satsning än ett fyraårigt program

Utvärderarna framhåller också betydelsen av en förstärkning av ceebels roll i Programmet men även att:

- en kraftfullare sammanställning, koordinering och utvärdering av de i etapp 2 aktuella projekten görs liksom
- en lättillgänglig databas över projekten och deras läge samt
- krav på state-of-the-art sammanställning som bakgrund till varje projektrapport.

Samarbetet med svensk industri har varit en stark framgångsfaktor för programmet. Detta bör tillvaratas och fortsätta i en etapp 2 av programmet.

Ett starkare internationellt samarbete ska eftersträvas.

## 2 Programmets inriktning

### 2.1 Vision

Programmets vision är att:

- förverkliga den potential för elbesparing och energieffektivisering som finns i belysning såväl för befintlig som framtida teknik i olika miljöer, och som främjar såväl individers hälsa som natur och miljö,
- göra Sverige till ett av de ledande länderna inom Europa vad gäller utveckling av nya applikationer och nya tjänster inom detta område.

### 2.2 Syfte

Syftet med programmet är att inrikta forskning och teknisk utveckling mot belysningsområden där stora vinster kan förväntas i fråga om energieffektivisering utan att förlora något i frågan om funktion. För att åstadkomma detta är syftet att säkerställa att det finns kompetens och kunskap som kan bevaka och medverka i den framtida teknikutvecklingen för att öka förändringstakten inom belysningsområdet och ge förslag till energieffektiva lösningar.

Med energieffektivisering avses såväl effektivisering genom modifiering och utbyte av existerande belysningsteknik, som hög energieffektivitet vid val av ny teknik för belysning. I många fall kan även förväntas en förbättrad belysningsfunktion trots sänkt energianvändning.

### 2.3 Mål

Programmets övergripande mål är att skapa och förmedla en hållbar och progressiv kunskapsgrund avseende energieffektivisering inom belysningssektorn. Programmet ska bidra till att bygga upp och underhålla en nationell kompetens inom området samt sprida denna för att nå en bred energieffektivisering i samhället. Detta ska göras genom att stödja hela kedjan från innovationer, forskning, utveckling till demonstration inom belysningsområdet samt genom kompetensutveckling av aktörer i byggprocessen.

Målet är också att utveckla nya metoder för att effektivisera el- och energianvändningen inom området belysning, öka takten i den nuvarande



förnyelsen av belysningsanläggningar till mer energieffektiva och hälsobefrämjande sådana.

Programmet kommer att ha en fokusering på den framtida teknikutvecklingen inom belysningsområdet och dess tillämpningar (t ex ökat utnyttjande av lysdiodteknik för olika ändamål alltifrån hushållsapplikationer, arbetsmiljöer till fasadbelysningar på kulturbyggnader och väg-, gatu- och parkbelysning) med en koncentration mot främst offentliga belysningsmiljöer.

Parallellt med teknikutvecklingen inom belysningsområdet bör forskningen om effekterna av de nya teknikerna på människors hälsa och sociala beteende stärkas, med avsikt att få hållbara tekniklösningar. Parallellt med att nya ljuskällor utvecklas och introduceras bör grundläggande flervetenskaplig forskning om dessas påverkan på individens fysiologiska, psykologiska hälsa studeras, metoder utvecklas för detta. För att undvika risken att nya ljuskällor introduceras med okända hälsoeffekter, kan bli dyrt i många avseenden.

Ytterligare ett viktigt mål bör vara det av utvärderarna uttalade kravet på att projekten får en bättre uppföljning, koordinering och utvärdering av pågående och avslutade projekt liksom att ytterligare stärka internationella kontakter och erfarenhetsutbyte.

## 2.4 Framgångskriterier

Denna programbeskrivning utgör en fortsättning - etapp 2 - för ett tidigare program som omfattat fyra år d v s för perioden 2008-2011.

Programbeskrivningen har därmed påverkats av vad som skett under de fyra första åren -- såväl av det som varit framgångsrikt som det som uppvisat brister. Den satsning som gjorts på belysningens påverkan på beteende, hälsa och prestation kommer att fortsätta. Ett annat större område utgörs av väg- och gatubelysning. Vad gäller inriktningen av tillämpningsområden kommer en fokusering i denna etapp att mer utgöras av offentliga miljöer än i etapp 1.

Programmets framgångskriterier kommer att vara:

- Nära samverkan mellan belysningsforskning, belysningsundervisning, belysningstillverkare och belysningsanvändare
- Förmågan att identifiera barriärer i den befintliga byggprocessen som hindrar genomförande av energieffektiva belysningslösningar

- Förmågan att stimulera fastighetsägare, byggherrar och förvaltare att ta beslut som leder till energieffektivisering av belysningsanläggningar samt att kompetensutveckla aktörer, som arkitekter, elkonsulter och elentreprenörer, för projektering av belysningsystem
- Förmågan att stödja och entusiasmera uppfinnare och belysningsutvecklare såväl inom större som mindre företag
- Förmågan att hitta nischer som kan leda till utveckling av kommersiellt intressanta produkter
- Samverkan med andra potentiella finansiärer
- Nationell samverkan inom flervetenskapliga projekt
- Nationell och internationell samverkan, det senare främst inom EU-direktivet ang Eco-design, men också genom gemensamma forskningsprojekt med internationella forskargrupper.

Resultaten av programmets arbete ska spridas i Sverige genom konferenser, seminarier, workshops, rapporter, handböcker, utbildning mm. Resultaten ska också spridas internationellt genom deltagande i konferenser, publicering i internationella tidskrifter, vetenskapligt samarbete, samt initiativ till europeiska forskningsprogram.

För att stärka uppbyggnaden av den nationella belysningskompetensen måste samhällsföreträdare, som t ex Boverket, regioner, SKL m fl, engageras i att sprida upplysning om att belysning har blivit en viktig utvecklingsfråga för landet

Programmets forskare utgör tillsammans med programrådet och Energimyndigheten en omfattande satsning på energieffektivisering inom belysningsområdet. Avsikten är att denna satsning ska bli uppmärksammas både i Sverige och internationellt, såväl i populära media, som i vetenskapliga kretsar och näringslivssammanhang.

## **2.5 Utvärdering av programmets etapp 1 avseende perioden 2008-2011**

Under perioden maj-augusti 2011 har två internationella forskare gjort en utvärdering av samtliga projekt inom belysningsprogrammet

Marie-Claude Dubois, PhD, professor, École d'architecture, Université Laval, Québec, Canada samt Kjeld Johnsen, M. Sc., Senior researcher, Consulting Engineer, Hillerød, Danmark..

Utvärderingen har omfattat följande projekt:

Title	Project number	Budget (SEK)	Institution	Period
Samspel mellan vägbelysning och vägbeläggning för minskad energiförbrukning	31517-1	450.000	VTI Sven-Olof Lundkvist / Sara Nygårdsh	2008-10-20 2011-02-28
Utvärdering av energisnål och innovativ ljusstyrande LED-optik	31529-1	1.719.000	SP Gösta Werner	2008-07-01 2011-06-30
Utarbeta en modeller för beräkning, utvärdering och information av svenska energikrav för belysning inomhus baserade på nya EG-direktiv om byggnaders energiprestanda och gällande tillhörande standarder	31536-1	1.195.000	Belysningsbranschen Magnus Frantzell	2008-10-20 2010-12-31
Utvärdering av personalens upplevelse och användning av olika typer av moderna styrsystem för effektivare energianvändning av belysning inom en kontorsbyggnader	31543-1	1.437.269	LTH Thorbjörn Laike	2008-11-01 2011-12-31
Nya ljuskällors betydelse för vakenhet, välbefinnande och prestation	31546-1	1.037.805	LTH Thorbjörn Laike	2008-12-01 2010-06-30
Utveckling av lins för energieffektiv asymmetrisk ljusspridning	31548-1	900.000	Prismalence AB Lars Bergkvist	2008-06-09 2009-03-01
Minskat livslängd av energieffektiv belysning på grund av höga nivåer av elektromagnetiska störningar	31550-1	3.942.000	Luleå Tekniska universitet (LTU) Martin Lundmark	2008-06-01 2011-12-31
Centrum för energieffektiv belysning	31701-1	1.990.872	LTH Thorbjörn Laike	2008-10-20 2010-10-20
Utomhus LED-belysning i flerbostadsområden: effekter för energianvändning samt upplevd trygghet och tillgänglighet	31702-1	1.793.683 +189.000	LTH Maria Johansson	2009-02-23 2011-12-31
Minskad energianvändning med hjälp av ny algoritmisk ljusstyrning tillsammans med dagsljus- och närvarokontroll kan ge bättre arbetsmiljö och förbättrad prestation i skolan – En undersökning över ett läsår i fyra olika klassrum.	31705-1	1.618.384	LTH Thorbjörn Laike	2008-10-20 2011-12-31
Utveckling av energisnål och innovativ ljusstyrande LED-optik	31756-1	1.000.000	JTH Nils Svendenius	2008-10-20 2009-10-20
Utbildning i utformning av energieffektiv belysning	31816-1	500.000	JTH Monica Säter	2008-10-20 2009-07-31
Energieffektiv hembelysning möjligheter och problem	32050-1	1.663.808	Linköpings Universitet Math Bladh	2009-02-23 2011-02-28
Trådlös inomhusbelysning	32260-1	1.000.000	LumenRadio Niclas Norlén	2009-06-01 2010-03-31
LED och ljusförstärkande optiska filmer	32263-1	231.000	LCD Center AB Kenny Ranerup	2009-06-01 2009-12-31
Energibesparing, rumsupplevelse, funktionalitet vid belysningsplanering	32266-1	680.000	Konstfack Karin Fridell Anter	2009-06-01 2011-02-28

Utveckling av uppgraderingsbar LED baserad retrofit-enhet för vägarmaturer	32318-1	854.800	Prismalence L Bergkvist	2009-06-01 2010-05-30
Energieffektiv och hållbar belysning, Jönköping som modellkommun i samarbete med Uthållig kommun	32328-1	4.040.000	JTH Nils Svendenius	2009-06-01 2011-06-30
Inventering av kunskapsläget avseende utvärderingar av olika typer av ljuskällor	32382-1	399.000	LTH Thorbjörn Laike	2009-07-01 2010-07-01
Ökad energibesparing genom ett trådlöst övervakningssystem för utomhusbelysning	32450-1	590.000	Encubator, CTH Jonas Berggren	2009-06-15 2010-12-31
Utveckling av en holistisk metod för utvärdering av framtida och befintliga belysningsanläggningar	32604-1	1.019.800	LTH Thorbjörn Laike	2009-12-07 2011-12-31
Beslutprocesser och planering för energieffektivare väg- och gatubelysning	32618-1	742.000	Statens väg- och transportforskningsinst. VTI Annika Jägerbrand	2009-12-07 2010-12-31
Kompetens vid projektering och upphandling av belysning i byggprocessen	32700-1	995.000	Tekniska Högskolan i Jönköping Roy Holmberg	2009-12-07 2010-12-31
Gemensam förståelse som grund för snabb högkvalitativ introduktion av belysningsteknik	32713-1	300.000	Stiftelsen TEM, LTH Reine Karlsson	2009-12-07 2010-06-15
Energieffektivt ljus i boendemiljö	33229-1	1.971.000	Sustainable Innovation Jan Kristofferson	2010-05-20 2013-10-31
Energieffektivare väg- och gatubelysning	33328-1	450.000	Statens väg- och transportforskningsinst. VTI Annika Jägerbrand	2010-06-01 2010-12-31
Light Symposium	34012-1	200.000	KTH Jan Ejhed	2010-10-27 2010-11-15
Snabb översigt av utvecklingsförutsättningar för ljusrelaterade kompetensuppbyggnad	34470-1	340.000	Stiftelsen TEM, LTH Reine Karlsson	2010-12-20 2011-05-30
Trådlös gatu- och vägbelysning	34520-1	750.000	LumenRadio AB Niclas Norlén	2010-12-20 2011-09-30
Belysningsförstärkande färgsättning av rum	34528-1	671.000	Konstfack Karin Fridell Anter	2011-02-01 2011-10-30
Energieffektiva kommersiella tillämpningar för kombinationer av LED-belysning och återvunna displaykomponenter	34546-1	820.000	CIT Recycling Development AB Johan Felix	2010-11-20 2011-12-31

Det totala programmets etapp 1, omfattade 40 Mkr, varav Energimyndigheten svarade för 20 Mkr. Totalt med extern projektförfinansiering har programmet uppgått till ca 53 Mkr.

Utvärderarna har framhållit bl a följande observationer ang programmet:

“The following paragraphs summarise the evaluation regarding the strengths and weaknesses of the research program on energy-efficient lighting. This section also concludes with some general remarks.

## Strengths

1) One of the main goals of this research program was to encourage and accelerate the emergence of a dynamic, interdisciplinary and highly collaborative research environment within the field of energy-efficient lighting in Sweden. This can only arise when substantial investments are made in the same field, and shared between various institutes within the country. In this case, it is obvious that the research program is a success and for this reason, we strongly recommend that the program is maintained and even reinforced.

2) A second strength was found in the great diversity and interdisciplinarity of the research program, which has supported projects in various fields such as e.g. electronics, social sciences, psychology, engineering, architecture, etc. This interdisciplinarity, which is also common in Swedish research in general, should be maintained and encouraged.

3) The relationship to Swedish industry was strong in the program with many projects either directly or indirectly receiving funding from one or many companies. This aspect, which is also one of the strengths of Swedish research in general, should be maintained and encouraged.

4) Many projects were developed or entirely carried out within the framework of municipalities or local stakeholders. This collaboration with municipalities should be maintained and encouraged in the future.

## Weaknesses

1) In general, the connection between projects within this research program could be emphasized in the future by organising more meetings, seminars, etc., but also by coordinating the work more closely. This would imply, for instance, that the Agency, through the work of a coordinator, follows the projects actively, encouraging relations between actors involved in the various projects.

2) In general, we found that there was insufficient connection between the presented research projects and on-going international research efforts. In fact, none of the funded projects have any connection with existing international work or networks, which is unacceptable. We suggest that “connection to at least one larger international, Scandinavian or European research project” becomes one of the main criteria for obtaining funding in the future, at least for any substantial investment (e.g. 1MSEK or more).

3) In many cases, the research methods lacked scientific rigor, had some weaknesses or problems of internal or external validity. Perhaps this can be explained by the fact that the majority of the research problems addressed concerned human and social factors while most researchers involved in the research program are engineers, physicists or architects and have received no training in social science research and methods. This, in itself, shows that more training is needed at a very high level (PhD) and covering all relevant aspects (technical, social and human factors, relevant qualitative research methods, etc) to ensure that competent researchers are active in this field and can continue to train other PhD students at a high level.

4) Many research projects lack a proper state-of-the-art report or article on their research subject. Any good research should be grounded in previous work achieved by other researchers in Sweden or in other countries. Such reviews also provide a great opportunity to publish in peer-reviewed journals or basic books, which can then be used for pedagogical purposes.

5) Some projects reach the set goals and provide very valuable results or technological developments. However, proper research reports (with introduction, hypothesis, objectives, background, literature review, detailed method, detailed results, discussion, conclusions, limitations, etc.) are lacking in many cases. The summaries in English and Swedish, which are specifically required by the Agency, are also missing in many cases. One of the goals of any research is to disseminate knowledge to other researchers and stakeholders so that the whole society can benefit from the investment in research. In many cases, the reports are insufficient in this respect.

6) Generally, for many of the (major) research projects, the level of peer-reviewed scientific publications is too low, despite the fact that the quality of the research would allow for such type of publication. We suggest that it also becomes a clearly stated requirement of the Energy Agency that major research projects be published at least one research article. Such a requirement would help ensure the quality of the conducted research and at the same time it would promote international research collaboration.

In general, we observed that most of the research projects funded by this program concerned applied rather than fundamental research. We recommend initiating some reflexion about the necessity to also include more fundamental research projects in the program. These could, for example, concern human behavioural aspects in relation to lighting, as well as health related issues. These are significant areas of research in other countries (see e.g. Lighting Research Centre, at Rensselaer Polytechnic Institute, USA) and Sweden has had a tradition and

resources for this type of research. The rather recent discoveries regarding spectrally-dependent non-visual effects of light on humans should justify more research on the importance of lighting for human beings and the impact of this on lighting design and efficiency of lighting.

Table 2 below provides an overview of the evaluation. A total of 26 projects out of 31 have 'very satisfactorily' or 'satisfactorily' reached the objectives described in the project proposals, and only 5 projects have not provided sufficient information in the reports in order to obtain a satisfactory assessment.....”

Av de slutsatser och rekommendationer som ges kan nämnas bl a följande:

Det är av stor vikt att ett nytt belysningsprogram har ett långsiktigt perspektiv

Det är nödvändigt att fortsätta uppbyggnaden av den nationella kompetensen - på hög nivå - för att åstadkomma en permanent multidisciplinär och tillgänglig kunskapsdatabas för belysningsområdet. Ett sådant arbete har påbörjats men kräver en längre/större satsning än ett fyraårigt program

Utvärderarna framhåller också betydelsen av en förstärkning av ceebels roll i Programmet men även att:

- en kraftfullare sammanställning, koordinering och utvärdering av de i etapp 2 aktuella projekten görs, liksom
- en lättillgänglig databas över projekten och deras läge, samt
- krav på state-of-the-art sammanställning som bakgrund till varje projektrapport
- att projektens såväl planering som resultat sprids genom en ökad seminarie- och konferensverksamhet till främst forskarsamhället.

Samarbetet med svensk industri har varit en stark framgångsfaktor för programmet. Detta bör tillvaratas och fortsätta i en etapp 2 av programmet, även om den största fokuseringen kommer att inriktas mot offentliga belysningsmiljöer.

Ett starkare internationellt samarbete bör eftersträvas.

## 2.6 Forsknings, utvecklings- och teknikområden

### ▪ Omfattning och inriktning

Programmet syftar bl.a. till att utveckla och förmedla kunskap och tekniklösningar som bidrar till en energieffektivisering inom belysningsområdet samt studera hur dessa lösningar påverkar såväl människors sociala liv och enskilda individers

hälsa och prestation. Med belysning avses här i första hand stationära belysningar inom- och utomhus inom industri, kontor, institutioner, affärer, hem mm. samt utomhusbelysningar för väg- och gatunätet.

En huvuduppgift är att söka energieffektivisera normala belysningar i bostäder, kontor, butiker, industrier samt längs vägar och gator. Detta program kommer att fokusera på främst offentlig belysningsmiljö både inom- och utomhus. Detta arbete är tänkt att ske från grunden med hjälp av ny forskning vars resultat bidrar till att förbättra utbildningen inom belysningsområdet för att sedan sträcka sig ända till nya system och produkter som kan fylla denna funktion. Därmed är spännvidden mycket stor och innefattar nytt eller fördjupat arbete såväl inom universitet och högskolor som stöd för innovationsutveckling till bl a belysningsindustrier och tjänsteföretag.

Metodologiskt framstår fyra frågor som intressanta:

- Vilka kriterier ska utnyttjas för att avgöra om en belysning uppfyller kraven för t ex komfort, trivsel, prestation, endokrina reaktioner?
- Hur ska storleken i de olika förslagens energieffektivisering mätas?
- Hur ska belysningens ”life cycle” energieffektivitet utvärderas?
- Hur ska utbildningen i energieffektivisering läggas upp, spridas och utvärderas mot bakgrund av att belysningsområdet är flervetenskapligt?

Tekniskt är ett antal andra övergripande frågeställningar aktuella såsom:

- Inom vilka områden kan de eleffektiviseringar förväntas finnas som är av störst intresse mot bakgrund av den kompetens som finns samt är under uppbyggnad i landet, och som dessutom har stor potential?
- Mot bakgrund av styr- och reglerteknikens stora betydelse, kan framtida eleffektivisering komma att följa den utvecklingstrend som gäller för avancerad IT, och kanske därför få en alltmer informationsteknisk utgångspunkt?
- Går det att utveckla lysdiodtekniken för att få fram energieffektivare och mer syneffektiva belysningsystem baserade på LED till lägre kostnader än vad som är fallet idag?
- Inom vilka av dessa områden skulle svenska insatser ha de största möjligheterna att göra sig gällande?
- Hur skall systemlösningar utvecklas där alla led är involverade och har förståelse för den slutliga utformningen?
- Hur kan äldre och väl etablerade företag gripa sig an ny teknik?



Inom följande områden kan delvis svar finnas på dessa frågeställningar:

- Förbättrad användning av existerande dagsljus. Möjligheter att genom byggnadens utformning eller komplettering minska energibehovet i belysningsanläggningar.
- Val av för ändamålet bästa (mest energi- och syneffektiva) ljuskällan (alltifrån glödlampor och lysrör samt kompaktlysror till olika slag av gasurladdningslampor och lysdioder)
- Bättre styrning av ljuset t ex genom reflektorer och/eller linser
- Ljusriktning (direkt, indirekt, arbetsuppgift, bakgrund, allmänbelysning)
- Ljusfärg (spektralfördelning inom de fotopiska och mesopiska våglängdsområdena)
- Släckning eller reducering (dimming) av ljus beroende på olika omständigheter efter t ex närvaro, individbehov etc
- Reducerade underhålls- och andra driftskostnader (omkring 90 % av de totala miljö- och energikostnaderna uppstår under belysningens användning)
- Armaturer inkluderande tänd-, styr- och reglersystem för ljuskällorna (t.ex. tändare, ballast, transformatorer)
- IT-baserad styrning av ljuset efter t.ex. individbehov, arbetsuppgift, dagsljusnivå
- Systemlösningar där flera komponenter som ljuskällor, armaturer, styrutrustning fungerar som en helhet
- Skapandet av rutiner och regler för energirevisioner av existerande belysningsanläggningar. Sådana revisioner skulle kunna peka på brister i energieffektivitet samt peka på vad som behöver göras och beräkna vilka energi- och miljövinster det skulle leda till.
- Hänsyn tas till belysning i renoveringssammanhang hos existerande fastighetsbestånd
- Belysning blir en naturlig del av byggprocessen
- Gemensam utbildningsplattform med kursmaterial för flera olika former av utbildningar
- Nya belysningskällors påverkan på individens basala funktioner

Under programmets gång kommer ytterligare förslag på områden där en betydande elbesparingspotential bör finnas då det gäller belysning speciellt vad gäller utveckling och användning av lysdioder. Den snabbaste tekniska utvecklingen sker för närvarande inom området lysdioder. En särskild form av lysdioder är organiska lysdioder (OLED). Medan de traditionella lysdioderna är punktljuskällor så är OLED ytljuskällor. De introducerar därmed ett helt nytt begrepp med lysande ytor såsom lysande väggar, tak etc.

Det kan även konstateras att viss forskning och utveckling t o m till prototypframtagning sker vid svenska universitet och högskolor (Lund och Chalmers) av LED, som kan bedömas ha goda möjligheter att med framgång konkurrera med de stora företagen i den mycket konkurrensutsatta och kostnadskrävande grundutvecklingen av nya basljuskällor (främst lysdioder). Dessutom förefaller svensk expertis kunna bli framgångsrika inom vissa anknytande nischer såsom styrning och reglering av ljus med utnyttjande av avancerade IT-lösningar, utveckling av lins- och optiksystem, belysning för speciella ändamål etc.

Programprojekten kan ha inslag av grundläggande forskning, men huvudinriktningen är mot teknikutveckling och tillämpningar av denna. För att uppnå detta krävs ett nära samarbete med olika avnämare. Interdisciplinär och internationell samverkan är också en nödvändig förutsättning.

Spridning av den ökade kunskapen som kommer från programmets insatser betr. lämpliga energieffektiviseringsåtgärder kan ske t ex genom pilot- och demonstrationsprojekt, utformning av utbildningar och kurser, broschyrer mm.

#### ▪ Avgränsning

En del av de nuvarande bristerna i det nuvarande svenska (och internationella) arbetet med energieffektivisering av belysning kan bedömas främst utgöras av otillräcklig kunskap och kompetens bland avnämare och mellanled. Därtill finns brister i riktad forskning och det saknas adekvata analysmetoder samt utveckling av lämpliga (kundanpassade) produkter och tjänster.

Programmet syftar därför till att i etapp 2 mer fokusera verksamheten inom ett mindre antal nyckelområden som möjliggör att verksamheten såväl breddas som fördjupas. Efter samråd med såväl högskolor som industrier och mindre företag i branschen samt avnämare, bedöms för närvarande följande åtta områden som prioriterade:

- Forskning kring hur dagljus kan nyttjas bättre och principer för hur artificiell belysning kan samverka med dagljuset.
- Forskning inom belysningsplanering för att främja ett mer energieffektivt sätt att skapa väl belysta miljöer inkluderande forskning kring dygns- och årstidsbundna variationer i ljusbehov hos människan.

- Forskning och utveckling av krav och processer för bygg- och anläggningsprojekt för att definiera, kommunicera, kontrollera och följa upp kriterier och energiåtgång för belysningsanläggningar.
- Utveckling av modellösningar för utbyte av belysningsanläggningar i olika befintliga fastigheter, t.ex. kontor, skolor, sjukhus, butiker, industrier med tydliga beskrivningar av ekonomiska och miljömässiga vinster samt hur väl systemlösningarna tillgodoser brukarnas behov av en god ljusmiljö. Dessa modeller kan illustreras genom demoanläggningar på flera platser ev i form av en hel kommun.
- Forskning kring och utveckling av IT-baserad behovsstyrning av ljuset efter t.ex. användning, individbehov, arbetsuppgift, dagsljusnivå. En annan del av den prioriterade forskningen bör inriktas mot ett mer användarvänligt gränssnitt.
- Förbättrad och breddad utbildning av belysningsinstallatörer, -experter och konsulter på mellannivån, samt tydligare och mer målinriktad information till såväl dessa grupper som till andra användare. Planen är att stödja utveckling och uppläggning av dessa kurser och informationsmaterial (ej genomförande)
- Stöd för att involvera även samhällsvetenskaplig och beteendevetenskaplig forskarkompetens inom belysningsområdet
- Utvecklande av forskarskola för flervetenskaplig energieffektiv belysningsforskning
- Utveckling av rutiner och regler för energirevisioner av existerande belysningsanläggningar. Sådana revisioner skulle kunna peka på brister i elenergieffektivitet samt peka på vad som behöver göras och beräkna vilka energi- och miljövinsterna det skulle leda till.

## 2.7 Energirelevans

Mot bakgrund av att programmet är så omfattande blir energirelevansen och besparingspotentialen hög. Belysning svarar för omkring 10 procent av den totala energianvändningen i Sverige.

Bostäder och lokaler står för drygt 35 % av den slutliga energianvändningen i Sverige (2005: 145 TWh av 402 TWh). Privatbostäder använder omkring 80 TWh, varav hushållselen utgör ca 17 TWh. Belysning i privatbostäder utgör 20 till 25 % av energianvändningen i hushåll. Det gör belysningen till den enskilt största elanvändningsposten – och den ökar.

Det finns som ovan framhållits ännu inget fullständigt underlag för att bestämma energianvändningen och/eller sparpotentialen då det gäller hur stor del av energianvändningen och elförbrukningen som används för belysning inom olika sektorer, men den hushållsmätningsstudie som Energimyndigheten genomför kommer att ge svar inom de närmsta åren och dessutom ge ett bättre underlag för bedömning av energisparpotentialer mm.

Inom belysningsområdet bedöms det finnas möjlighet till elbesparingsvinster på upp till 80% med kostnadstäckning inom 3 till 10 år. Ett stort problem är att belysningsanläggningar har en hög livslängd (vägbelysning 30 till 40 år och kontorsbelysning ca 25 år). I EU-studier om t ex vägbelysning (EU 2007a) beräknas att denna inom EU (25) står för omkring 1.3% av den totala förbrukningen av elektricitet (35 TWh). För närvarande är t.ex. den årliga förnyelsen av vägbelysningsanläggningar i Europa bara ca 3 % per år (CELMA 2006). EU (2007 a och b) anser att den klart största elsparpotentialen ligger i ett snabbare utbyte av gamla belysningsanläggningar än vad som nu sker. Det gäller alla belysningsområden. Bristerna i de gamla anläggningarna gäller såväl själva ljuskällan som armaturerna i sin helhet (optik, reflektor, ballast, elektronik, dimming mm.)

Studier visar på att belysning i privatbostäder, i Sverige, svarar för ca 4 TWh per år. Elsparpotentialen på kort sikt (byte till lågenergilampor) torde ligga omkring 2 TWh per år. Fortfarande utgör glödlampor närmare 60 % av alla lampor i hushåll. På längre sikt med infasning av LED-belysning kan sparpotentialen sannolikt nå minst 3 TWh. (STEM 2007). Om alla belysningssektorer inräknas (kontor, väg- och gatubelysning etc) bedöms den totala sparpotentialen uppgå till ca 6 TWh.

## 2.8 Samhälls- och näringslivsrelevans

Belysning har globalt sett utvecklats till ett prioriterat investeringsområde. Länder, regioner, städer och företag gör betydande satsningar. Forskargrupper i bl. a Kina planerar storskaliga fallstudier kring frågor som berör nyttan av bra ljus. Akademiska organisationer som har satsat på belysningsrelaterad forskning väcker stort internationellt intresse.

Programmet förväntas ge förutsättningar för kompetensuppbyggnad för en långsiktig och hållbar utveckling av den nationella resursbasen för belysningsområdet. Avsikten är att kunna förbättra belysningen samtidigt som elanvändningen reduceras. Detta innebär i så fall en god resurs- och kostnadseffektivitet såväl för samhället som för näringslivet.

Utveckling av hälsobefrämjande belysning för äldreboenden och sjukhus, och pedagogisk och stämningsskapande belysning för förskolor och skolor är viktigt för en hållbar samhällsutveckling. Sverige har möjlighet att exportera sådan systemkunskap

En uppskattning av belysningsbranschens möjliga värdeskapande indikerar att det är möjligt att höja den svenska samhällsnyttan med 20 miljarder kr per år. Enbart den beräknade totala elsparpotentialen på 6 TWh, motsvarar ett värde på ca 6 miljarder kr per år.

Branschen får tillgång till kunskap och metoder som kan skapa nya marknadssegment för produkter och tjänster. I de fall nya produkter eller tjänster utvecklas kommer dessa delvis sannolikt även att vända sig mot en global marknad, vilket ytterligare skulle förstärka samhälls- och näringslivsrelevansen.

## 2.9 Miljöaspekter

Programmets mål har en tydlig inriktning mot miljö- och klimataspekter. Direkt kan programmet bidra till:

- Utveckling av sådan belysning för offentliga miljöer att man verkar för en hållbar samhällsutveckling
- Ökad el- och energieffektivitet  
Studier visar på att möjlig reduktion av CO<sub>2</sub> vid energieffektivisering av belysning med nuvarande teknik rör sig om en minskning med åtminstone 2.5 miljoner ton
- Minskad resursanvändning  
Europa skulle t ex årligen kunna spara 700 miljoner Euro i driftkostnader om existerande vägbelysning kunde uppgraderas till den senaste tekniken (CELMA 2006)
- Mindre utsläpp av växthusgaser  
Europa skulle t ex årligen kunna spara ca 3.5 miljoner ton CO<sub>2</sub> om existerande vägbelysning kunde uppgraderas till den senaste tekniken (CELMA 2006)
- Bättre hälsa och säkerhet i såväl utomhus- som inomhusmiljöer
- Ökad takt i ersättningen av äldre belysningsanläggningar  
Idag ersätts i Europa årligen ca 3 % av vägbelysningsanläggningarna per år (CELMA 2006).

Programmet kommer att bidra till att uppfylla de nationella miljömålen för god bebyggd miljö samt begränsad klimatpåverkan. Det ligger även i linje med EU-

arbetet med direktivet ”Eco-design of Energyusing products”.

## 2.10 Projektgenomförare/projektdeltagare

Frågeställningar kring belysning och energieffektivitet är flervetenskapliga till sin karaktär. Det är därför viktigt att forskare från flera discipliner samverkar inom ett och samma projekt för att belysa olika delfrågeställningar såsom, tekniska, medicinska och upplevelsemässiga. Universitet och högskolor uppmuntras att sätta samman forskargrupper som har denna utgångspunkt. För att utvecklingspotentialen skall möjliggöras bör också såväl etablerade företag som nya innovativa företag ingå i samverkan med forskningsgrupperna. En samordning av dessa olika aktörer är en del av programmet.

Det är av stor betydelse att en reell samverkan mellan olika utbildningsanordnare och forskare kommer till stånd. Detsamma gäller för att upprätthålla en kontinuitet av kompetens över tid så att det inte enbart handlar om separata projekt.

Då problemen som studeras till stor del rör humanrelaterade och sociala faktorer bör forskare inom teknikområdet tillföras kompetens från humanområdet. Projekt som t ex leds av ingenjörer, fysiker bör uppmuntras till nära samarbete med experter inom beteendevetenskap och medicin.

Målgrupperna för programmets genomförande är följande:

- Universitet och högskolor genom forskning och utbildning
- Större belysningsindustrier genom forskning och teknisk utveckling
- Mindre belysningsföretag, uppfinnare och konsulter genom tekniska innovationer och speciella tjänster

Programmet är inriktat mot tillämpad FoU och har en uttalad branschförankring. Verksamheten omfattar såväl kortsiktiga som långsiktiga forskningsfrågor.

Programmets verksamhet kan även till viss del komma att utgöras av beställningsuppdrag till forskare eller forskargrupper med en tillämpad forskningsprofil, företrädesvis verksamma vid forskningsinstitut eller universitet/högskolor. Programmet kommer också att stimulera aktiv medverkan av intressenter och avnämare i forskningsprojekten. Det är viktigt att forskningsprojekt har en nära koppling till avnämarna för att säkerställa relevansen samt underlätta spridning och vidareutveckling av projektresultat.

Deltagande i internationellt samarbete främst inom EU förväntas ge mervärden till de projekt som programmet kommer att omfatta.

## 2.11 Avnämare/intressenter

Avnämare till programmets resultat är i första hand de som arbetar med och ansvarar för belysningsfrågor i byggnader och lokaler; fastighetsägare och förvaltare samt myndigheter, konsulter och rådgivare. verksamhetsledare för skolor, sjukhus och äldreboenden, personer inom inköp och handel, elkonsulter, elektriker, energirådgivare, I andra hand kommer också teknikleverantörer och utbildare att kunna dra nytta av resultaten.

Bland avnämare och intressenter återfinns i stort sett alla i samhället som är beroende av belysning såsom:

- Allmänheten (privatpersoner) är viktig men svår att samspela med
- Offentliga aktörer kan företräda användarbehov
- Företag och institutioner som har kontor
- Affärsidkare av alla slag
- Mindre industriföretag och lantbrukare
- Större industriföretag
- Statliga myndigheter och verk (t. ex Trafikverket väg- gatu- och bangårdsbelysning)
- Landsting (sjukhus m fl)
- Kommuner (för väg- gatu- och parkbelysning samt skolor, sporthallar, idrottsplatser m fl).

## 2.12 Arbetssätt

Verksamheterna inom programmet sker i projektform med en kombination av seniora forskare samt doktorand- och licentiatprojekt. Även kortare och mer avgränsade utvecklingsprojekt kan bli aktuella. Ingående projekt ska ha en inriktning mot såväl grundläggande som tillämpad FoU och ha den tvärvetenskapliga bredd som problemen kräver. Programmet bör vara väl sammanhållet, projekten ska ha en tydlig samordning och projektaktörerna ska tillsammans bilda en virtuell forskarmiljö, som kan utbyta erfarenheter och ibland genomföra gemensamma seminarier el dyl.

Programmet bör läggas upp och genomföras i nära samverkan med andra nationella finansiärer, aktörer, avnämare och intressenter. Det föreslagna problemområdet är inte unikt för Sverige. Internationell samverkan är därför både naturlig och nödvändig. EU-finansierade FoU-program kan komplettera den nationella finansieringen.

Utvecklingsprojekten ska planeras och genomföras i samverkan med avnämarna. Stor vikt läggs vid genuin samverkan samt förmedling av den kunskap och erfarenhet som projekten genererar.

Administration av projekten genomförs av Energimyndigheten, som utser en särskild beredningsgrupp som hanterar ansökningar. Beredningsgruppen presenterar förslagen för ett Programråd (se avsnitt 4.4), som rekommenderar beslut om bifall eller avslag.

Projektens innehåll och kvalitet granskas löpande av Programrådet. Projekten inom programmet kommer, om behov anses föreligga, att ha arbetsgrupper och referensgrupper för att optimera samverkan mellan olika projekt. Sammansättningen av dessa grupper kommer att bestämmas av Programrådet i vissa fall efter samråd med ev medverkande företag och forskargrupper.

Forskarna i programmet kommer att hållas samman så att de tillsammans med Programrådet och dess beredningsgrupp, kommer att vara aktiva på återkommande program- och forskningskonferenser som arrangeras av de organisationer som ingår i Programrådet.



### 3 Bakgrund

Programmet ingår som en del av den belysningsstrategi som Energimyndigheten tagit fram. Strategin beskriver hur Energimyndigheten avser att främja:

- Nationella aktörer inom forskning, utveckling.
- Kommersialisering och spridning av energieffektiva belysningslösningar för visuella och icke visuella tillämpningar.
- En miljövänlig och resurssnål belysningsanvändning.

Strategin formulerar mål utifrån tidsperspektivet år 2012 till år 2020.

Belysning är en viktig faktor för ett fungerande vardagsliv. Med hänsyn till att Sverige dessutom har en lång och mörk vinterdel av året så borde forskning och teknikutveckling inom området ha ett relativt stort intresse för FoU inom universitet och högskolor. Endast fyra universitet och högskolor kan i dagsläget bedömas ha någon verksamhet av betydelse för belysningssektorn. Efter genomförande av den första programetappen har intresset ökat och ytterligare forskargrupper har identifierats. Åtminstone sju högskolor har nu forskning riktad direkt mot energieffektiv belysning. Till detta skall läggas institut vilka också har ökat sin verksamhet såsom SP och VTI.

Belysning bedöms svara för ungefär 10 procent av den totala energianvändningen i Sverige, och för mellan 20-30 procent av den totala energianvändningen i offentliga och kommersiella lokaler. Genom att enbart byta ut äldre belysningsanläggningar skulle stora besparingar kunna göras.

Särskilt stor besparingspotential inom offentlig verksamhet finns inom skolor, sjukhus och kontor. Ca hälften av dessa bedöms ha en föråldrad belysningsutrustning, trots att beräkningar visar på att nyinvesteringar i belysning återbetalar sig snabbt. Därtill kommer att utomhusbelysningen (gatubelysning, parkbelysning mm.) utgör en stor del av kommunernas årliga budget.

Kartläggning av belysningskrav och kompetens i byggprocessen visar att det är den samlade belysningskompetensen i ett byggprojekt som är avgörande för den kvalitetsnivå som belysningssystemet uppnår, både vad gäller funktion, energieffektivitet och ekonomi. Då det är byggherrar/beställare och förvaltare som har ansvaret och tar de stora besluten i förändringsprojekt, d v s ny-, om- och tillbyggnader, så är kunskapen och agerandet hos dessa av stor vikt för att ta tillvara den besparingspotential som ges av teknikutvecklingen inom belysningsområdet.

Dagens belysningssystem är avsevärt mer energieffektiva i jämförelse med äldre på grund av den teknikutveckling som hittills skett. Det kan samtidigt konstateras

att utvecklingen går snabbt även när det gäller utveckling av nya ljuskällor, vilka ger mer ljus per watt, håller längre och innehåller mindre mängd kvicksilver än äldre. Det är av stor vikt att Sverige har kompetens att följa denna utveckling, för att även bidra till utvecklingen av framtida applikationer och tjänster inom detta område, inte minst mot bakgrund av den snabba utveckling som sker inom LED- och diodområdet. I detta avseende är det viktigt att även utnyttja den internationellt framgångsrika kompetens som finns i landet vad gäller IT- och telekommunikationsindustri så att denna kan tillvaratas och bidra till utvecklingen inom IT-området. För att göra detta möjligt krävs mer kunskap.

## 4 Genomförande

### 4.1 Tidplan

Programmet period löper över 4 år med start 2012-01-01 t o m 2015-12-31.

Programmet fördelar sina medel genom såväl beställningar som öppna utlysningar. De utlysningar som görs kommer att ha mycket tydliga inriktningar och avgränsningar. Informationsaktiviteter kommer att genomföras under hela programperioden. Aktiviteter för informationsspridning och analys/syntes kommer att genomföras löpande under programperioden. Programkonferenser anordnas årligen.

### 4.2 Budget och kostnadsplan

Nedan ges ett förslag till finansiering. Målet är att även andra intressenter ska medverka i projekten som samfinansierare. Detta ska ske i enlighet med Energimyndighetens gällande regelverk för samfinansiering.

<b>Totalt</b>	
År 2012	15 000 000 kr
År 2013	15 000 000 kr
År 2014	15 000 000 kr
År 2015	15 000 000 kr
<b>Totalt</b>	<b>60 000 000 kr</b>

### 4.3 Ansökningskriterier och hantering av ansökningar

Inom programmet kommer forskningen i första hand att beviljas medel med utgångspunkt från öppna utlysningar i andra hand att beställas. Som projektgenomförare avses såväl seniora forskare som doktorander inom universitet och högskolor, som teknisk produktutveckling inom industri och företag samt belysningstekniker och belysningskonsulter inom företag och institutioner.

De utlysningar som görs kommer att ha en tydlig inriktning och avgränsning. Inbjudan skickas ut enligt en lista på aktuella forskare och ev. konsulter samt till alla som finansierar programmet samt utlyses på Energimyndighetens hemsida.

Energimyndigheten utser en särskild beredningsgrupp som hanterar ansökningar. Beredningsgruppen presenterar förslagen för ett Programråd, som väger samman bedömningarna och sedan rekommenderar Energimyndigheten att besluta om medelsbeviljning eller avslag.

#### **4.4 Programråd**

Energimyndigheten utser Programråd, som behandlar de projektförslag som beredningsgruppen tar upp och rekommenderar beslut om medel till projekt inom ramen för tilldelad programbudget.

Programråd kan bestå av representanter från förutom Energimyndigheten från t ex följande myndigheter/organisationer:

- Boverket
- Kommunal energirådgivning
- Sveriges kommuner och landsting (kommunernas roll som fastighetsägare och PBL-myndighet)
- Företag inom belysningsbranschen
- Branschorganisationer
- Individuella belysningsexperter etc
- Forskare - tekniker, beteende- och samhällsvetare

#### **4.5 Kommunikationsplan och resultatspridning**

Inom programmet kommer en kommunikationsplan att tas fram i ett särskilt delprojekt. Målet med det gemensamma informations- och kommunikationsarbetet inom programmet är att:

- Uppnå en bra interaktion mellan forskare och finansiärer
- Knyta samman projekten inom programmet.
- Snabbt föra ut resultat till avnämarna
- Visa omvärlden att Energimyndigheten tillsammans med andra aktörer inom sektorn stöder och driver ett gemensamt program med forskning, utbildning och teknikutveckling rörande energieffektivisering av belysning.

Inom programmet anordnas minst en internationell konferens för att skapa ett forum för utbyte av kunskap och erfarenheter inom programområdet.

Varje projekt ska i ansökan ange en plan för hur resultaten ska spridas. Formerna för resultatrapportering kan t ex vara följande:

- Syntesseminarier där forskare och finansiärer tillsammans analyserar konsekvenserna av forskningsresultaten
- Dialogseminarier där resultat förmedlas i mindre grupper i dialogform
- Information inom befintliga nätverk
- Webbaserade informationsinsatser
- Populärvetenskaplig information

Aktiv redovisning av resultaten från programmet till bl a massmedia och på konferenser

Projekt som har en hög vetenskaplig nivå bör eftersträva publicering i peer-review journals medan projekt som har en tillämpnings-, innovations- och demonstrationskaraktär kan ha betydligt enklare publiceringskrav.

Varje projekt ska:

- Ha nätbaserad information om projektet
- Lämna in en årlig lägesrapport som beskriver hur arbetet fortskrider, eventuella avvikelser från plan och viktiga resultat från projekten.
- Lämna in en skriftlig slutrapport med sammanfattning på svenska och engelska. Slutrapporten ska vara populärvetenskapligt skriven.

Förväntade andra produkter är vetenskapliga och populärvetenskapliga publikationer, patent och patentansökningar, pilot- och demonstrationsprojekt, riktad information mot olika kategorier av belysningsanvändare.

## 4.6 Syntes

Programmets mål och genomförande syftar till att åstadkomma en syntes mellan olika vetenskapliga områden och mellan forskare och avnämare.

Sammanställningar av projektresultat kommer att genomföras dels av Programrådets finansiärer, dels av utförarna själva. Inom projekten genomförs syntesseminarier för att få till stånd en dialog mellan projektutförare, andra aktörer och avnämare.

## **4.7 Utvärdering**

I samband med programmets slutförande görs en oberoende utvärdering för att redovisa hur programmets mål har uppfyllts samt projektens och resultatens relevans för programmets frågor och för resultatanvändarna.

Utvärderingen ska utgöra underlag för inriktning och nivå för eventuella fortsatta satsningar.

## 5 Avgränsningar

### 5.1 Forsknings-, utvecklings- och teknikområden

El- och energieffektivisering är en del av ett stort problemkomplex kring underhåll och förvaltning av byggnader samt bevarande av hälsa och miljö. Programmet omfattar enbart frågor och problem som har en tydlig koppling till belysningsområdets el- och energiprestanda.

Programmet syftar till att utveckla och förmedla hållbar kunskap och tekniklösningar som bidrar till en el- och energieffektivisering inom belysningsområdet.

Programmets inriktning är bred. Nästan all belysning utom trafikrelevanta belysningar (t ex strålkastare och signallyktor på bilar, flyg och tåg, etc.) på flygplan, bilar och båtar innefattas i programmet. Dock kan vissa av de rörliga belysningarna innefattas i programmet – bl.a. de som syftar till att belysa arbetssituationen för t ex traktorförare och bogserbåtar, läsbelysning i tåg, flygplan, bilar mm., d v s sådana belysningar som är rörliga men inte har någon direkt trafikfunktion.

Programmet kommer att ha en fokusering på den framtida teknikutvecklingen inom belysningsområdet och dess tillämpningar (t ex ökat utnyttjande av lysdiodteknik för olika ändamål alltifrån hushållsapplikationer, arbetsmiljöer till fasadbelysningar på kulturbyggnader och väg-, gatu- och parkbelysning) med en koncentration mot främst offentliga belysningsmiljöer.

Parallellt med teknikutvecklingen inom belysningsområdet bör forskningen om effekterna av de nya teknikerna på människors hälsa och sociala beteende stärkas, med avsikt att få hållbara tekniklösningar. Parallellt med att nya ljuskällor utvecklas och introduceras bör grundläggande flervetenskaplig forskning om dessas påverkan på individens fysiologiska, psykologiska hälsa studeras, metoder utvecklas för detta. För att undvika risken att nya ljuskällor introduceras med okända hälsoeffekter, kan bli dyrt i många avseenden.

Mot denna bakgrund kan programmet, om sådan kompetens finns, även att omfatta direkt teknikutveckling av själva ljuskällan i sig – t ex lysdioder. Att följa den internationella LED-utvecklingen är även av stor vikt och kräver kompetens som klarar detta. I de framtida teknikerna kan finnas stora volymer och därmed stora elenergivinster. Detta program kan därför bidra med såväl nationella som internationella resultat som ger nya kunskaper om tillvägagångssätt att energieffektivisera belysningsområdet.

El- och energieffektivisering är en del av ett stort problemkomplex kring underhåll och förvaltning av byggnader samt bevarande av hälsa och miljö. Programmet omfattar enbart frågor och problem som har en tydlig koppling till belyningsområdets el- och energiprestanda. För att sådana skall bli attraktiva på marknaden är det dock viktigt att förbättra möjligheterna att utveckla och implementera lösningar som ger verkligt högkvalitativ belysning.

## 5.2 Andra anknyttande program inom Energimyndigheten

Vid myndigheten finns följande verksamheter som har viss anknytning till detta program:

- BELOK
- BeBo
- Energi, IT och Design (EID)
- Utveckling av Fastighetsföretagande i Offentlig Sektor (U.F.O.S)
- Testlab

Beställargruppen lokaler, BELOK, är ett samarbete mellan Energimyndigheten och Sveriges största fastighetsägare med inriktning på kommersiella lokaler. BELOK initierades 2001 av Energimyndigheten och gruppen driver idag olika utvecklingsprojekt med inriktning på energieffektivitet och miljöfrågor.

Gruppens målsättning är att energieffektiva system och produkter ska komma ut tidigare på marknaden. Utvecklingsprojekten syftar till att effektivisera energianvändningen samtidigt som funktion och komfort förbättras.

BeBo - Energimyndighetens beställargrupp för energieffektiva flerbostadshus  
Beställargruppen arbetar som ett nätverk, där sakkunniga i mån av behov knyts till gruppen i olika projektformationer. Specialkompetens kan utgöras av olika konsulter eller myndighetsrepresentanter från exempelvis Energimyndigheten, Konsumentverket och Boverket vilka berörs av gruppens projekt. Beställargruppen har varit verksam sedan 1988 och har genomfört flera framgångsrika aktiviteter t ex teknikupphandlingar. Programmet Energi, IT och Design startades i juni 2006 och pågår fortfarande i en etapp 2. Forskningsprogrammet ska bland annat stimulera till framtagande av metoder och teknik som ska göra hushållen uppmärksamma på sin egen energianvändning, dels ta fram information och metoder som gör det möjligt för individer att interaktivt styra och kontrollera sin energianvändning exempelvis via



ny teknik för trådlösa sensornätverk. Avsikten är bl a att utveckla system för beslutsstöd så att olika användare ska kunna vidta den mest optimala åtgärden för energieffektivisering.

U.F.O.S driver utvecklingsprojekt inom områden som är angelägna och viktiga för offentliga fastighetsförvaltare. Projekten ska väcka frågor och debatt men också resultera i användbara och praktiska verktyg och hjälpmedel inom fastighetsområdet. Kommuner, landsting och representanter från staten har en aktiv roll då det gäller att prioritera och styra utvecklingsprojekten.

Projektresultaten ges i huvudsak ut i form av lättillgängliga skrifter.

Energimyndigheten finansierar viss del av UFOS verksamhet. Detta samarbete fokuserar på utvecklingsarbete inom energiområdet.

Energimyndighetens Testlab är i färd att färdigställa ett speciallaboratorium för att möjliggöra testningar samt standardiseringsutveckling för LED-belysning.

Kontakter med ansvariga för dessa program kommer att upprättas för att optimalt utnyttja resurserna som finns i programmen för att undvika att samma forskning sker i programmen.

### **5.3 Andra anknyttande aktörer**

Övriga aktörer (utöver finansiärerna) som har koppling till programmet och dess resultat är

- Fastighetsägare
- Kommuner
- Energirådgivare
- Utrustningstillverkare
- Konsulter

### **5.4 Forsknings- och utvecklingsområden – översikt**

I Sverige har egentligt forskningsarbete med direkt inriktning mot energieffektivisering inom belysningsområdet varit begränsat. Undantagen är den utveckling av LED som bedrivs vid Chalmers, Lunds och Linköpings Universitet. Begränsad teknisk utveckling sker även vid vissa mindre teknikföretag.

Initiativ har tagits till gränsöverskridande samverkan mellan olika discipliner. Detta arbete fördjupas också till att gälla nationellt genom en utökad samverkan mellan olika lärosäten. Efter bildandet av Centrum för energieffektiv belysning (Ceebel) har kontaktnätet breddats avsevärt under den senaste treårsperioden. Idag

finns upparbetade kanaler för erfarenhetsutbyte mellan olika högskolor. Detta gäller såväl teknikutveckling som hur människor påverkas. Som exempel på nya aktörer kan nämnas Högskolan i Borås och dess samverkan med Chalmers.

Andra exempel på stöd som Energimyndigheten beviljat inom belysningsområdet är följande:

- Hushållsmättningsstudie
- Teknikupphandling elektroniskt driftdon för lysrörarmaturer. Över 95% av nya driftdon som säljs i Sverige i dag är elektroniska.
- Teknikupphandling lysdiodbaserade trafiksignaler; Ersättning av 100 Watts glödlampor i trafiksignaler med 10Watts lysdiodbelysning. Marknadspenetrationen översteg 70 %.
- Teknikupphandling lysdiodbaserade utrymningskyltar; Ersättning av 11 Watts lysrörsbelysning med mindre än 2 Watt lysdiodsbelysning samt ersättning av reservkrafts batterier med kondensatorer.
- Utveckling av intelligenta ljussensorer för ökad effektivisering och ljuskomfort inom belysningsanläggningar.
- Kompetens inom lysrörsforskningen har byggts upp vid Lunds Universitetet och är av stor betydelse för den inhemska industrins förmåga till nyutveckling och produktutveckling av long life lysrör (d v s över 60 000 timmars livslängd).
- Forskning vid Lunds Universitet om Omfältsluminansens betydelse för vakenhet, välbefinnande och prestation.
- Stöd för utveckling & prövning av en ljusanläggning baserad på monokromatiska lysdioder i växthusodling hos Santa Maria.
- Utveckling & demonstration av en ny energieffektiv väg belysning i samarbete med bl a Vägverket, Nordic Light, Primalence och Vattenfall Belysnings AB.
- Utveckling och demonstration av industriell belysning inom sågverksindustrin för virkessortering. Medan installerade effekter har halverats har ljusmängden på sorterade virke dubblats och kontrasten förbättrats avsevärt, vilket har ökat produktivitet med färre felsorteringar. Projektet vann EU:s Green Light pris. Fler än 5000 lampor har installerats i industriella miljöer.
- Ljusinitiativet vid Lunds Universitet. Samverkan mellan nanokonsortiet, biologi, LTH, medicin och miljöpsykologi

Medvetna satsningar av t ex LED-baserad vägbelysning görs f n i tre städer i Nordamerika. Dessa grundas emellertid på traditionell relativt ineffektiv optisk teknik där LED utnyttjas som direkta ljuskällor. Något motsvarande finns såvitt känt inte i Europa. Ett mindre svenskt företag arbetar för närvarande med utveckling av LED-armaturer baserade på en ny patentsökt optisk teknik för LED

som bedöms kunna bli framgångsrik. Inom detta område finns sannolikt en stor potentiell framtida marknad.

Internationellt finns även inom EU det tidigare omnämnda projektet ”Eco-design of Energyusing products” som nu implementeras i EU-länderna. Detta arbete har hittills resulterat i ett antal färdiga rapporter som har en klar relevans för detta program.

### **Litteratursammanställning, Sverige och internationellt**

En översiktlig genomgång av svenska rapporter som behandlar energieffektivisering inom belysningsområdet visar att det är nästan uteslutande olika kommuner (t.ex. Kungälv, Borås, Hagfors, Hofors, Kristianstad, Falun, Eslöv, Göteborg, Staffanstorps) som redogör för belysningsprojekt som genomförts eller planeras.

Från branschorganisationer (t.ex. Ljuskultur) och en hel del företag (t.ex. Crealux, CMF, Innovatum, Östkraft, Z-lux) finns rapporter som gör reklam för sina möjligheter att hjälpa till med energieffektivisering av belysning.

Vissa högskolor (KTH, Jönköping) har viss kursverksamhet och ger dessutom information om kurser och olika myndigheter (Energimyndigheten, SP, Konsumentverket, Klimatkommittén) ger ut information om sina rekommendationer.

Viktiga undersökningar, statistik och FoU ang energieffektivisering inom belysningsområdet kan återfinnas bl a i:

- Elforsk 2007 Ny och framtida effektiv belysningsteknik 11 sid
- Energimyndighetens publikationer och projekt samt internationellt EU rapporter och direktiv:
- EU Final Report Methodology (MEEUP) 2005, 188 sid
- EU Final Report Public Street Lighting 2007a, 344 sid, även inkluderande CELMA (2007)
- EU Final Report Office Lighting 2007b, 271 sid
- EU Report in progress Domestic Lighting 2008
- Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related product
- Contract- TREN/D1/40-2005/LOT8/S07.56452) Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs Final Report Lot 8: Office lighting, 271 sidor
- Lighting Quality and Energy Efficiency, Abstract and booklet, Vienna, Austria, March 14-17 2010, CIE, 420 sidor
- Guide of the European Lighting Industry (CELMA & ELC) for the application of the Commission Regulation (EC) No. 245/2009 amended by

the Regulation No. 347/2010 setting EcoDesign requirements for “Tertiary sector lighting products” 2nd Edition December 2010 Ecodesign requirements for fluorescent and high intensity discharge lighting products, 50 sidor

- Joint CELMA / ELC Guide on LED related standards Document CELMA-ELC LED WG(LCB)001 3rd Edition, July 2011, 9 sidor
- Ryckaert, WR., Lootens, C., Geldof, J. & Hanselaer, P. 2010. Criteria for energy efficient lighting in buildings, *Energy and Buildings* , 42, 2010, 341-347

## 5.5 Internationell samverkan

Energieffektivisering inom belysningsområdet har inte varit föremål för någon omfattande forskning i Sverige. I övriga Europa och i världen i övrigt finns dock en hel del FoU genomförd som kan vara av intresse för svensk forskning. Däremot förekommer mycket forskning inom angränsande eller övergripande områden t ex inom IT, medicin, psykologi, biologi . Det är viktigt att programmet och dess projekt knyter an till befintlig forskning inom relevanta områden. Det förutsätts att projektgenomförare också söker internationell finansiering, bl a inom EU-systemet.

För att stärka det internationella kunskapsutbytet har Energimyndigheten träffat avtal om samarbete med det amerikanska Light Research Centre (LRC) samt kinesiska National Lighting Testing Center (NLTC), IEAs 4ESSV m fl. En kurs inom belysningsteknik arrangerades, mot bakgrund av detta avtal, i USA 2011 för svenska experter.

Resultaten från arbetet i detta program kommer regelmässigt att presenteras internationellt genom deltagande i internationella konferenser samt publikation i internationella tidskrifter. Därutöver kommer resultaten att redovisas på myndighetens, finansierarnas och respektive projektutförarens hemsidor. Förslaget om särskilt stöd för internationellt samarbete bör utvecklas ytterligare. Inom flera forskningsområden finns redan ett stort internationellt kontaktnät. Stöd för internationell samverkan kommer att ge ännu effektivare och bredare forskning som är internationellt förankrad. Den internationella forskningen sker oftast i samverkan med internationella grupper såväl inom som utom Europa.

## 6 Ytterligare information

För ytterligare information, kontakta  
Kenneth Asp, Energimyndigheten.  
Telefon: 016-524 00 00  
E-post: [kenneth.asp@energimyndigheten.se](mailto:kenneth.asp@energimyndigheten.se)

|