



Strålningsdetektorer som främjar hälsa och säkerhet (RADDESS)

Akademiprogram 2018–2021

Programbeskrivning

1. Bakgrund

Inom akademiprogrammet Strålningsdetektorer som främjar hälsa och säkerhet (RADDESS) utvecklas detektorer för elektromagnetisk strålning och partikelstrålning för att användas i hälsovårds- och säkerhetstillämpningar.

Akademiprogrammet söker nyskapande tekniska lösningar för strålningsdetektorer för mätning av önskade egenskaper, parametrar eller nya fenomen exempelvis i organismer, material eller processer inom en medicinsk, säkerhetsteknisk eller industriell kontext. Även forskning i nya mätmetoder med redan existerande detektorer eller betydande förbättring av sådana mätmetoder faller inom ramen för programmet. Med partikeldetektorer avses i detta sammanhang detektorer för partikelstrålning som då begränsas till strålning i form av subatomära partiklar, exempelvis alfa-, beta- och neutronpartiklar. Strålningsdetektorerna täcker den elektromagnetiska strålningen över ett brett frekvensområde. Inom akademiprogrammet går det också att studera fenomen som är baserade på strålningens biologiska och hälsomässiga effekter om man med deras hjälp utvecklar nya metoder för strålningsdetektion.

Att utveckla nya mätmetoder och alternativa avbildningsmetoder handlar om mångvetenskaplig grundforskning som kombinerar bland annat detektorteknologi, materialvetenskap, elektronik, fotonik, fysik, matematik, signalbehandling, datainsamlingssystem, dataanalys och systemplanering. Ofta är mätobjektet någonting nytt som inte kan mätas med existerande apparatur. Projekten inom programmet ska ta fram funktionella helhetslösningar som uppfyller de krav som mätobjekten ställer. Programmet stöder förnyelse inom finländsk vetenskap dels genom att utveckla nya mätapparater, dels genom att möjliggöra nya forskningsobjekt.

I Finland bedrivs betydande och internationell högklassig forskning i mätning med partikel- och strålningsdetektorer bland annat inom radiofrekvensområdet (RF) och uppåt – radio- och mikrovågsteknik, millimetervågsteknik och terahertzområdet – samt inom det infraröda området, fotonik och partikel- och kärnfysik. Förutom strålningsdetektorer inom ICT används och utforskas RF- och mikrovågdetektorer i olika industritillämpningar, exempelvis inom pappers- och trävaruindustrin för mätning av olika materialparametrar utan att materialet tar skada. Inom millimetervågområdet är radartillämpningar ett viktigt forskningsobjekt; som en tillämpning må nämnas 79 GHz radar i bilar. Inom terahertzområdet (THz-området) har mätmetoder baserade på strålningsdetektorer tagits fram bl.a. för detektion av dolda farliga föremål under kläderna vid flygplatsernas säkerhetskontroller. THz-området är lämpligt också för detektion av hudcancer samt inom farmakologin.

Intelligent automation, självständiga maskiner och kommunikation mellan dem (IoT) bygger på data som detektorer samlar in och som kräver bredare och exaktare realtidsobservation av omgivningen än tidigare.

Akademiprogrammet RADDESS skapar en ny multidisciplinär plattform för forskningssamarbete. RF- och mikrovågsteknikens och fotonikens gemensamma bakgrund i teorin om elektromagnetiska fält bildar grundvalen för forskningssamarbetet mellan dessa områden och skapar nya nätverk mellan forskargrupper som annars arbetar skilt för sig. Då olika mätmetoder integreras skapas nya helheter som i sin tur banar väg för nya intressanta möjligheter. Programmet främjar framväxten av nya vetenskapliga innovationer och startup-företag särskilt inom THz-teknik och fotonik. Inom fotoniken kan de billigare mätmetoderna och exempelvis hyperspektrumtekniken öppna nya forskningsområden och nya mätteknikbaserade affärsområden. För grundforskningen inom fysik erbjuder forskningen i helt nya detektorer möjligheter till vittgående vetenskapliga genombrott.

Finland har vital företagsverksamhet som stöder sig på detektorteknik. Nya företag grundas och existerande företag bedriver produktutveckling. Akademiprogrammet RADDESS förbättrar Finlands konkurrenskraft genom att stärka kunskapsbasen i branschen, även med tanke på framtida behov. Inom industrin är behovet av materialprovning och materialmonitorering stort särskilt i bolag inom process- och metallindustrin samt i gruv- och kärnkraftsbolag. Akademiprogrammet är aktuellt också i och med att den mätteknik som det ska ta fram gör det möjligt att svara mot vår tids nya säkerhetsbehov, exempelvis förebyggande av terrorism. Då befolkningen åldras och hälso- och sjukvården omstruktureras finns det ett stort och växande behov av diagnostiska redskap och andra nya hälsotekniska metoder och strålningsdetektorer. Programmet stöder den inhemska hälsotekniksektorns tillväxt.

2. Mål

Akademiprogrammet RADDESS stärker grundforskningen inom stråldetektorteknik och skapar nya typer av funktionella helhetslösningar för stålningdetektion. Programmet fördjupar dialogen och samarbetet mellan forskarsamhället och industrin på grundforskningens område. Samtidigt skapar det mekanismer med vilka ny kunskap kan utnyttjas snabbt och effektivt. Programmet stöder forskarutbildningen och forskarnas karriärmöjligheter inom detta område, stärker forskarnas medverkan i internationella nätverk och främjar det mångvetenskapliga samarbetet på nationell nivå.

Programmets primära mål är

- att ta fram ny och innovativ vetenskaplig kunskap om nya slag av teknik för strålningsdetektorer och om hur de kan tillämpas särskilt inom hälsovårds- och säkerhetssektorerna
- att styra forskningen i stålningdetektion i riktning mot funktionella helhetslösningar inom tillämpningsområden som är viktiga i framtiden
- att utveckla kunnandet och kompetensen inom grundforskning så att de som utvecklar nya, känsligare och exaktare strålningsdetektorer förmår utnyttja fysikaliska fenomen.

Andra mål för programmet är

- att skapa nya mångvetenskapliga forskningsgrupper och såväl nationella som internationella samarbetsnätverk inom forskningen
- att öka mobiliteten bland forskare och forskarstuderande
- att stärka forskningens och industrins internationella konkurrenskraft
- att nå samhälleligt genomslag.

De medverkande i projekten ska främja vetenskapens förnyelse genom att beakta principen om öppen vetenskap.

3. Temaområden

Akademiprogrammet fokuserar på grundforskning i strålningsdetektorteknik med målet att skapa nya slags funktionella helhetslösningar för användning i hälso- och säkerhetstillämpningar. Nyskapande lösningar och innovationer eftersträvas inom bland annat spektroskopi och avbildning. En nyskapande lösning kan också handla om att använda en eller flera olika detektorer på ett helt nytt sätt eller inom nya tillämpningar. Begreppet *detektor* används här i övergripande betydelse. Programmet omfattar

både joniserande och icke-joniserande strålning (den elektromagnetiska strålningens hela spektrum). Forskningsprogrammets ämnesområden indelas i tre teman:

- alternativa avbildningsmetoder
- säkerhetsteknik
- strålningsdetektorernas fysik.

3.1 Alternativa avbildningsmetoder

Inom avbildning i hälso- och sjukvården är siktet i framtiden inställt på personanpassade medicinska tillämpningar, patientspecifika mätningar och effektivt utnyttjande av erhållna data. Individuella exponeringsbedömningar behövs under och efter medicinska ingrepp. Detta kräver att strålningsdetektionen, bedömningen av patientens strålningsexponering och användningen av data utvecklas. Online-mätdata och uppgifter om patientens strålningsexponering är viktiga. Online-mätdata och uppgifter om patientens strålningsexponering är viktiga. På det området behövs forskning i lämpliga mätmetoder för att datainsamlingen och den fortsatta behandlingen av insamlade data ska kunna utvecklas.

Inom medicinsk avbildning eftersträvas bättre bilddetektorer så att patientens strålningsexponering kan minimeras och bildkvaliteten optimeras. Också inom industriell avbildning är stråvan densamma: optimerad bildkvalitet och minimerad strålningsexponering för personer som vistas i närheten av apparaturen. Det som eftersträvas är att strålningen genom maximalt utnyttjande av strålningskvanta kan förvandlas till en användbar bildsignal så direkt som möjligt, utan mellansteg. Det finns globalt framgångsrika tillverkare av medicinsk apparatur i Finland. Forskning och utveckling kring detektorer främjar företagets konkurrenskraft och föder också nytt kunnande och ny företagsverksamhet med internationell potential.

Det är viktigt att strålbehandling så exakt som möjligt kan inriktas på det kroppsområde som ska behandlas, så att strålningens skadeverkningar i omgivande vävnader kan undvikas. Behandlingarna blir ständigt bättre och de rehabiliterade patienterna har allt fler friska levnadsdagar framför sig. Säkerhetsaspekterna är således viktiga då behandlingsmetoder med ny strålbehandlingsteknik tas fram. Detta kräver i sin tur att mätmetoderna och detektorerna utvecklas så att de dynamiska, kraftigt formade strålningsfälten kan mätas tillförlitligt och så att behandlingen är så träffsäker som möjligt. Viktigt är också att 3D-dosfördelningarna kan mätas snabbt och tillförlitligt. En ny teknik som inom kort blir tillgänglig är magnetkamerastyrda strålbehandlingsapparater. Mätning av stråldosen kräver detektorer för joniserande strålning som fungerar tillförlitligt i mycket starka magnetfält och fotoner med MeV-energinivå.

Inom den icke-joniserande strålningen skapar i synnerhet hyperspektral avbildning i närheten av det synliga ljusets frekvensområde nya möjligheter med stor tillämpningspotential inom bland annat biomedicinsk avbildning, säkerhetssektorn inklusive övervakning, jordbruket, livsmedelsindustrin och geovetenskap. Fördelen är att man får allt mer information om det avbildade objektet utan att vare sig röra eller skada det. I och med de nya detektorlösningarna samt databehandlingens och datalagringsens växande kapacitet står också den traditionella fotografiska avbildningen inför en helt ny era. Beräkningsmässig avbildning gör det möjligt att lagra data också om ljusstrålarnas infallsvinkel och avlagda sträcka, dvs. att få fullständiga 3D-data om det avbildade objektet. Möjligheterna att använda THz-områdets frekvenser inom medicinsk avbildning är ett nytt forskningsområde där utvecklingen är snabb. THz-frekvenserna lämpar sig för avbildning av kroppens synliga delar, såsom hud och tänder.

3.2 Säkerhetsteknik

På säkerhetsteknikens område ska programmet svara mot de globala utmaningarna inom viktiga samhällssektorer. Till programmets forskningsämnen inom säkerhetsteknik hör bland annat strålningsdetektion, nya spektroskopiska metoder och utnyttjande av THz-området. Också den globala terrorismen är ett hot och strålningskällor och kärnvapen kan hamna i kriminella händer. Det måste förebyggas så effektivt som möjligt överallt i världen. Teknik för detektion av strålningskällor inklusive analyser med tillhörande IT- och servicesystem kräver forskning och utveckling. Här finns potential också för exportindustrin.

Handeln med återvinningsmaterial har utvecklats till en global affärsverksamhet. Med återvinningsmaterialet kan följa oönskade radioaktiva strålningskällor som tagits ur bruk inom industri, forskning eller sjukvård. De kan vara en hälsorisk för de anställda och för hela befolkningen, eller också kan de göra den nytillverkade produkten oanvändbar. Det behövs forsknings- och utvecklingsarbete för att ta fram känsligare och snabbt analyserande mätapparater och mätsystem såväl för detektion av strålningskällor som för säkerställande av produkternas renhet.

Ett nytt kärnkraftverk i Finland väntas stå färdigt inom kort och planeringen av nästa är redan långt skriden. Det nya europeiska direktivet om strålningskydd förutsätter att naturliga radioaktiva ämnen och deras betydelse för säkerheten i industri som bearbetar naturmaterial beaktas mer än förr. Eventuella utsläpp från radioaktiva material i industrin ska minimeras. I Finland är jordmånens höga radonhalt en nationell utmaning. Genom forskning och utveckling kring mätsystem för detektion av radioaktiva ämnen skapas en grundval för utvecklad bevakning av strålningen i miljön och för nya mätsystem på basis av mättningsstrategierna.

Spektroskopin har fått ny fart i och med de nya och allt exaktare detektorlösningarna. Exempelvis fotoakustisk spektroskopi möjliggör tillförlitlig mätning av allt mindre halter. Tack vare den så kallade MEMS-tekniken (microelectromechanical systems), som till sin storlek är radikalt mindre och som kan massproduceras till lägre pris, blir spektrometrar tillgängliga för konsumenterna. Laser och motsvarande metoder gör det möjligt att rentav i realtid göra allt noggrannare mätningar av allt svårtillgängligare objekt. Ett intressant och stort forskningsområde förutom olika former av plasmabaserad spektroskopi är Ramaspektroskopin, inklusive SERS (surface-enhanced Raman spectroscopy). Viktiga tillämpningsområden förutom säkerhet är exempelvis matlagning och matanalys, mätning av berusningsmedel och skadliga ämnen samt diagnostisering av sjukdomar.

Användning av THz-frekvenser i industri- och säkerhetstillämpningar kan ha många fördelar jämfört med det elektromagnetiska spektret inom t.ex. bestämning av konstverks äkthet, utredning av matvarors och mediciners renhet och äkthet, upptäckt av fripassagerare i tunga fordon samt säkerhetskontrollerna på flygplatserna, i skolor, i konferenscentra och överlag på platser där det rör sig mycket folk. Kommersialiseringen av dessa och alla de talrika nya tillämpningar de initierar kräver dock ytterligare diger vetenskaplig forskning och utveckling, särskilt för att ta fram tillräckligt känsliga detektorer.

3.3 Strålningsdetektorernas fysik

Akademiprogrammets tredje tema, strålningsdetektorernas fysik, fokuserar särskilt på att ta fram nya typer av mätmetoder med utgångspunkt i grundläggande fenomen. Målet är att skapa en prototyp utgående från en ny innovation. Inom fotoniken har de allt mer avancerade laserapparaterna och andra ljuskällorna samt nanofotoniken aktualiserat nya frågor utöver våglängd och ljusets intensitet. Bland dessa kan nämnas den elektromagnetiska strålningens koherens och polarisering samt

ljuspulsens längd, men också mångsidig kombinerings av olika observationer. Det väsentliga är att detektera nya betydande fenomen som tidigare inte har kunnat detekteras eller för vilkas del detektionen har varit för svag.

Intresset för detektorer inom THz-området bygger särskilt på det faktum att många molekyler har energitillstånd som är relaterade till deras vibrationer, och förändringar i dessa energitillstånd är möjliga endast om molekylen absorberar eller emitterar en energikvant som motsvarar THz-frekvensen. Inom den vetenskapliga forskningen har THz-teknik hittills tillämpats i radioastronomi, fjärranalys av atmosfären och spektroskopi. Komponentutvecklingen inom THz-området för med sig mycket vidare tillämpningsmöjligheter, men inom detektortekniken finns det fortfarande betydande utmaningar.

Partikelstrålning och högenergisk fotonstrålning detekteras typiskt med halvledardetektorer, gasdetektorer, scintillationsräknare, kalorimetrar och chockdetektorer (Tjerenkovstrålning, övergångsstrålning). Detektorsystem har utvecklats för den partikel- och kärnfysikaliska grundforskningens behov och har sedan tillämpats inom bland annat medicin och i industrin. De nyaste trenderna handlar om kombination av mätmetoder för att kunna göra allt mer mångdimensionella mätningar. Exempel på dessa är avbildande kalorimetrar som förutom att mäta energin kombinerar halvledardetektorer med kalorimetrar för att få geodata om partiklarnas växelverkan i materien, samt gaslika scintillationsräknare där det infraröda områdets ljus kan detekteras med hjälp av nya ljuskänsliga komponenter som bygger på halvledare.

4. Genomförande

Ett syfte med akademiprogrammet är att åstadkomma vetenskaplig förnyelse. Programmet sporrar forskarna till mångvetenskaplig och interdisciplinär forskning. I beredningen av programmet har Finlands Akademi:s forskningsråd för bioteknik och miljö, naturvetenskap och teknik samt hälsa deltagit.

4.1 Finansiering

Akademiprogrammet RADDESS finansieras och koordineras av Finlands Akademi. Akademiens styrelse har beslutat att reservera 10 miljoner euro för programmets finansiering.

4.2 Nationellt samarbete

I programmet ingår samarbete särskilt med akademiprogrammet Mineraltillgångar och materialsättning (MISU) och rådet för strategisk forskning (RSF) program Säkerhet i en nätverksbaserad värld. Dessutom kommer man att samarbeta med Tekes program Digital hälsa (Terveyttä biteistä, 2014–2018). Om möjligt kommer akademiprogrammet också att omfatta samarbete med stiftelser.

4.3 Internationellt samarbete

Akademiprogrammet strävar till att selektivt skapa samarbete med forskningsfinansiärer som finansierar högklassig forskning och med vilka forskningssamarbetet också är relevant och nyttigt för den finländska forskningen inom området. Vidare eftersträvas samarbete med relevanta utländska program, projekthelheter och ledande forskningsinstitut.

4.4 Tidtabell

Inom akademiprogrammet finansieras högst fyraåriga enskilda projekt och konsortieprojekt. Finansieringsperioden börjar den 1 januari 2018 och slutar senast den 31 december 2021. En noggrannare tidtabell för utlysningen och bedömningsprocessen finns i kapitel 5 (Ansökningsanvisningar och bedömningskriterier). Programmets inledande seminarium kommer att ordnas under vårvintern 2018. Om eventuella kompletterande utlysningar, finansiärer, forskningsområden, tidtabeller och ansökningsprocesser meddelas skilt.

4.5 Ledningsgrupp och koordinering

I akademiprogrammets ledningsgrupp ingår medlemmar av Akademiens forskningsråd och andra expertmedlemmar. Programmet vill med hjälp av aktivt informationsutbyte och samarbete länka samman de medverkande forskningsprojekten till en enda helhet. Programkoordineringen sköts av programcheferna och projektsekreteraren vars uppgift är att i samarbete med ledningsgruppen och de medverkande projekten arbeta för att uppnå programmets mål.

De ansvariga ledarna för programmets forskningsprojekt har till uppgift att

- i enlighet med programchefens och finansiärernas anvisningar svara för och rapportera om projektets vetenskapliga framsteg och medelsanvändning
- försäkra sig om att de själva och forskargruppens medlemmar deltar i de evenemang som programkoordinationen anordnar samt att främja informationsutbytet och samarbetet mellan programmets olika forskargrupper
- medverka i framställningen av översikter, synteser och informationsmaterial om programmet samt att aktivt informera om programmets framsteg och resultat på offentliga och vetenskapliga forum.

Under programmets lopp deltar forskningsprojekten i möten med de som utnyttjar forskningens resultat och i annan verksamhet där information om forskningen förmedlas till olika intressentgrupper.

4.6 Utvärdering

Efter att akademiprogrammet avslutats utvärderas dess genomförande och resultat. Hur utvärderingen konkret genomförs samt dess mål avgörs under programmets lopp, men bl.a. följande faktorer kan beaktas:

- hur programmets mål har uppnåtts
- genomförandet
- programmets genomslag
- nationellt och internationellt samarbete.

5. Ansökningsanvisningar och bedömningskriterier

Ansökan sker i två steg. I det första steget lämnas in en preliminär ansökan som innehåller en kort planskiss (se anvisningarna i Akademiens aprilutlysning 2017). De preliminära ansökningarna ska lämnas in senast den 26 april 2017 kl. 16.15. Ansökningstiden är bindande. Utifrån de preliminära ansökningarna presenterar ledningsgruppen till programsektionen ett förslag om de projekt som bäst uppfyller programmets mål. Ett äkta samarbete med företag inverkar positivt på bedömningen av

projektets samhälleliga genomslag. De projekt som går vidare till det andra steget meddelas om programsektionens beslut i juni 2017.

I det andra steget lämnas in en ansökan som innehåller en fullständig forskningsplan. Dessa ansökningar ska lämnas in i Akademin e-tjänst senast den 4 september 2017 kl. 16.15. Ansökningstiden är bindande. Se anvisningarna i Akademin aprilutlysning 2017. Kostnadsberäkningen ska vara realistisk. Den ska indelas efter utgiftsslag och motiveras i forskningsplanen.

Utifrån en vetenskaplig bedömning av ansökningarna och med beaktande av programmets mål bereder ledningsgruppen ett förslag till programsektionen om vilka projekt som ska beviljas finansiering. Programsektionen fattar finansieringsbesluten i november 2017. Om tidtabellerna för eventuella kompletterande utlysningar avtalas skilt.

De preliminära ansökningarna bedöms av en panel som består av ledningsgruppens medlemmar och eventuella andra experter. De fullständiga ansökningarna bedöms av en internationell expertpanel.

Ansökningarna bedöms enligt Akademin allmänna bedömningskriterier för akademiprogram (se [Bedömningsanvisningar](#) på vår webbplats). Utöver de vanliga kriterierna kommer man i bedömningen att fästa uppmärksamhet vid programmets mål, såsom de beskrivs i programbeskrivningens kapitel 2. Detta kommer att beaktas under bedömningsblankettens punkt "Projektets lämplighet för programmet".

6. Mer information

Den här programbeskrivningen kan laddas ner i pdf-format på webben på www.aka.fi/raddeSS > SV.

programchef
Tommi Laitinen
tfn 0295 335 057

programchef
Saila Seppo
tfn 0295 335 109

E-postadresser: fornamn.efternamn@aka.fi

Fax 0295 335 299

Postadress:
Finlands Akademi
PB 131 (Hagnäskajen 6)
00531 Helsingfors