



TEKNISKA HÖGSKOLAN
HÖGSKOLAN I JÖNKÖPING

**Styrning av datorers strömlägen med
enhetsigenkänning via trådlösa nätverk**

**Controlling computer power modes using
device recognition via wireless networks**

André Badini

Angelica Klintström

EXAMENSARBETE 2015

Datateknik

Postadress:
Box 1026
551 11 Jönköping

Besöksadress:
Gjuterigatan 5

Telefon:
036-10 10 00 (vx)

Detta examensarbete är utfört vid Tekniska Högskolan i Jönköping inom Datateknik.
Författarna svarar själva för framförda åsikter, slutsatser och resultat.

Examinator: Ulf Johansson

Handledare: Bengt Ekeberg

Omfattning: 15 hp (grundnivå)

Datum: 2015-11-10

Postadress:
Box 1026
551 11 Jönköping

Besöksadress:
Gjuterigatan 5

Telefon:
036-10 10 00 (vx)

Abstract

The purpose of this report is to demonstrate the possibility to reduce energy consumption in a workplace. As a part of this work a hardware solution called AutoSleep was developed, which aims to automate the switching between hibernation and active mode for a computer. The AutoSleep solution does this by searching the workplace network for specific predetermined devices and depending on whether or not the device is present AutoSleep commands the computer to enter different power modes.

To investigate the usefulness and necessity of the work the following procedures were taken: a qualitative literature review, compilation of statistics from two surveys, an interview and an experimental study. All of the collected data from this report was compared to other studies to determine the reliability of the results. The results showed that there is considerable room for improvement in energy efficiency in the use of computers. The system that was developed as a straightforward way of contributing to a more energy-efficient working environment.

This thesis suggests one possible solution, based on a hardware interface that is available only on desktop computers. AutoSleep uses a smartphone as a tool for device recognition and only utilize two of the computer's power states: hibernation and active mode.

Keywords – Communication interface, Bluetooth, Wi-Fi, GPS, Power management, Power consumption, Automation, Hibernation, Device recognition, Wireless Communication

Sammanfattning

Rapportens syfte är att påvisa möjligheten att sänka energiförbrukningen på arbetsplatser. I samband med detta arbete utvecklas en hårdvarulösning, som kallas AutoSleep, vars syfte är att automatisera arbetsdatorns byte mellan strömspar- och aktivt läge. AutoSleep utför sin uppgift genom att söka efter en specifik förutbestämd enhet bland de enheter som för stunden är uppkopplade mot arbetsplatsens nätverk. Beroende på om enheten hittas eller ej skickar AutoSleep en signal till datorn som därefter antingen försätter datorn i strömsparläge eller i aktivt läge.

För att undersöka nyttan och nödvändigheten hos arbetet utfördes en kvalitativ litteraturstudie, sammanställning av statistik från två enkäter, en intervju och en experimentell studie. All insamlad teori och statistik jämfördes med tidigare studier för att avgöra rapportens tillförlitlighet. Resultatet visade att det finns ett stort utrymme för förbättring inom energieffektiviseringen vid användandet av arbetsdatorer. Det system som utvecklades i samband med arbetet kan på ett enkelt sätt bidra till en energismartare arbetsmiljö.

Arbetet visar på en möjlig lösning och använder ett hårdvarugränssnitt som endast är tillgängligt på stationära datorer. Hårdvarulösningen använder en smartphone som verktyg för enhetsigenkänning och växlar endast datorns strömläge mellan strömspar- och aktivt läge.

Nyckelord – Kommunikationsgränssnitt, Bluetooth, Wi-Fi, GPS, Energiförbrukning, Energihantering, Automatisering, Strömsparläge, Enhetsigenkänning, Trådlös Kommunikation

Innehållsförteckning

I	Introduktion	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	PROBLEMBESKRIVNING.....	1
1.3	SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	2
1.4	OMFÅNG OCH AVGRÄNSNINGAR	2
1.5	DISPOSITION	3
2	Metod och genomförande.....	4
2.1	KOPPLING MELLAN FRÅGESTÄLLNINGAR OCH METOD	4
2.2	ARBETSPROCESSEN.....	4
2.3	FYSISK UTRUSTNING	5
2.3.1	<i>Raspberry Pi</i>	5
2.3.2	<i>Testdator</i>	5
2.3.3	<i>Smartphone</i>	5
2.3.4	<i>Mätinstrument</i>	5
2.3.5	<i>AutoSleep</i>	5
2.4	DATAINSAMLING	6
2.5	DATAANALYS	7
2.6	TROVÄRDIGHET	7
3	Teoretiskt ramverk	8
3.1	KOPPLING MELLAN FRÅGESTÄLLNINGAR OCH TEORI	8
3.2	VERKTYG.....	9
3.2.1	<i>Nätverkskort</i>	9
3.2.2	<i>Debian/Raspbian</i>	9
3.2.3	<i>Python</i>	9
3.2.4	<i>Raspberry Pi</i>	9
3.3	TRÅDLÖST KOMMUNIKATIONSGRÄNSSNITT	10
3.3.1	<i>Bluetooth</i>	10
3.3.2	<i>GPS</i>	10

3.3.3	Wi-Fi.....	10
3.4	TEORIOMRÅDEN FÖR FRÅGESTÄLLNINGEN	11
3.4.1	Strömlägen hos en dator.....	11
3.4.2	Energiåtgång hos en stationär dator.....	11
4	Empiri	12
4.1	ENKÄTUNDERSÖKNING	12
4.1.1	Enkät 1.....	12
4.1.2	Enkät 2.....	12
4.2	INTERVJU	13
4.3	RESULTAT FRÅN EXPERIMENTELL STUDIE.....	14
5	Analys.....	17
5.1	RÄKNEEXEMPEL	17
5.2	SAMMANFATTNING	18
6	Diskussion och slutsatser	19
6.1	RESULTAT.....	19
6.2	IMPLIKATIONER	19
6.3	BEGRÄNSNINGAR.....	19
6.4	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	19
6.5	VIDARE FORSKNING	20
	Referenser.....	21
	Akronymer	23
	Bilagor	24
	BILAGA 1.....	25
	BILAGA 2.....	26
	BILAGA 3.....	27
	BILAGA 4.....	28
	BILAGA 5.....	29

1 Introduktion

Kapitlet ger en bakgrund till studien och det problemområde som studien byggts upp kring. Vidare presenteras studiens syfte och dess frågeställningar. Därtill beskrivs studiens omfattning och avgränsningar. Kapitlet avslutas med rapportens disposition.

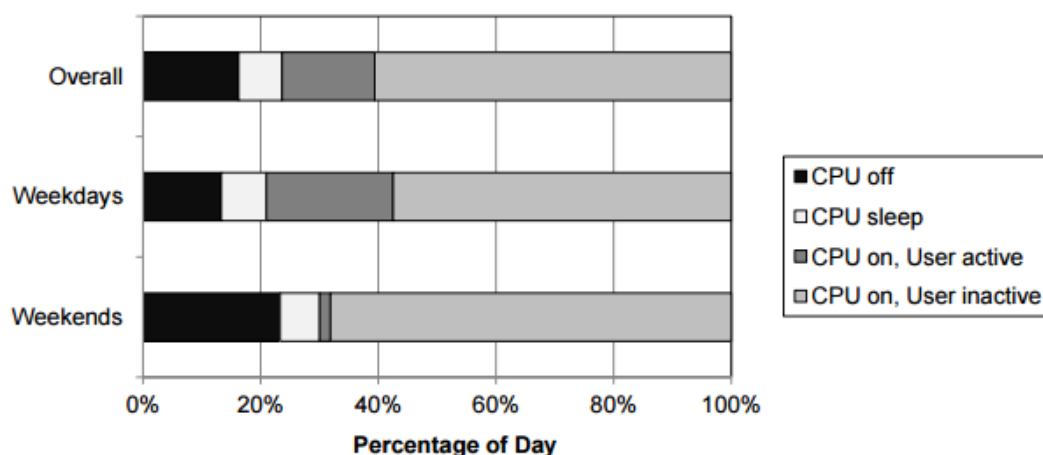
1.1 Bakgrund

Klimat- och temperaturförändringar var ett faktum långt innan människan bidrog med utsläpp. Innan människan var förändringarna ett resultat av naturliga händelser, som vulkanutbrott och solstrålning. Den temperaturökning som idag upplevs har accelererats kraftigt på grund av mänskliga faktorer. En av dessa faktorer är vår användning av energi. Varje år tillkommer flera elektroniska produkter på marknaden och var och en av dessa kräver energi för att fungera. IT-industrin är en av de branscher som kräver mycket energi. Datorer ansvarar för en stor del av energiförbrukningen, men genom att använda en produkt som automatiskt försätter datorn i strömsparläge vid inaktivitet kan energiförbrukningen sänkas. En sänkning av den globala energiförbrukningen leder till positiv klimatpåverkan, vilket är något man kan och bör ha som mål. Ett system som hjälper datoranvändare att försätta den personliga datorn i strömsparläge är därmed ett steg i rätt riktning. Sänkt energiåtgång leder på kort sikt till ekonomiska besparingar och på lång sikt till en mer naturlig klimatförändring.

1.2 Problembeskrivning

År 2014 utförde Joy E. Pixley och Stuart A. Ross en studie där de undersökte datorvanor hos över 2000 personer [1]. Resultatet visar att aktiv datoranvändning i kontorsmiljöer är högre under arbetsdagar. Vidare visar studien att det är få som stänger av sin PC under längre perioder av inaktivitet under arbetsdagar. Dessutom visar studien att datorer i stor utsträckning lämnas igång utan att användas, både på helger och under arbetsdagar, vilket leder till onödigt energikonsumtion. Det är denna energiförbrukning detta arbete eftersträvar att reducera.

I **Figur 1** återfinns de resultat Pixley och Ross presenterade i sin rapport [1].



Figur 1 Procent av dygnet som kontorsdatorer genomsnittligt befinner sig i varje strömläge.

Figur 1 visar tydligt att datoranvändare inte använder strömlägena till dess fulla potential. Studien visar att de svarandes datorer befinner sig i aktivt läge i över 60 procent av dagen, trots att den svarande befinner sig på annan plats. Vidare visar figuren att datorn är avstängd eller i strömsparläge under mindre än 25 procent av dagen.

Trots att datorer har strömsparlägen, från vilka arbetssessionen kan återupptas näst intill omedelbart, väljer många att lämna datorn igång över perioder då den inte används.

1E och Alliance to Save Energy utförde 2009 en studie över datorers strömlägen [2]. Anledningen till studien var att öka förståelsen för nyttan i att använda datorns olika strömlägen. Enligt studien lämnar en betydande andel av de svarande datorn igång över natten [2]. Studien säger även att det är vanligare att nyttja datorns strömlägen i hemmet än det är på arbetsplatsen

Enligt 1E och Alliance to Save Energy lämnar 15 procent av de svarande datorn igång över natten för att den upplevs ta för lång tid att starta och stänga av. 11 procent uppger att de helt enkelt brukar glömma bort att använda strömsparläge. 16 procent har ingen motivering till varför de inte använder strömsparläge.

1.3 Syfte och frågeställningar

I problembeskrivningen framgår det att många datoranvändare väljer att inte utnyttja datorns befintliga strömlägen, vilket resulterar i en högre energiförbrukning än nödvändigt. Vidare framgår att en automatiserad lösning kan vara lämpligt eftersom den mänskliga faktorn i användandet av strömsparläge då minimeras. Därmed är syftet med denna studie:

Att påvisa möjligheten att sänka energiförbrukningen på arbetsplatser där datorer används.

För att uppfylla syftet har en frågeställning tagits fram. Den höga energiförbrukning som företag står för har långsiktiga negativa effekter på miljön. De företag som förser sin personal med personliga kontorsdatorer kan dessutom ha en högre energiförbrukning än nödvändigt då datorer lämnas igång även när användaren inte befinner sig på plats. För att se hur stor nytta AutoSleep kan göra på en arbetsplats ställs frågeställningen:

- I vilken utsträckning kan energibesparingar nås genom en implementering av AutoSleep?*

1.4 Omfång och avgränsningar

Eftersom arbetet utförs med begränsningar angående tid och resurser valdes det tidigt i arbetets skede att det system som utvecklas ska baseras på den populära plattformen Raspberry Pi [3]. Då arbetet sker på en färdigutvecklad plattform kommer endast en prototyp av AutoSleep att utvecklas. Eftersom AutoSleep använder trådlös enhetsigenkänning måste användaren ha en enhet som stödjer trådlösa nätverk. Som ett resultat av hårdvarubegränsningar kommer AutoSleep endast att växla PC:n mellan strömsparläge och aktivt läge i denna version.

Författarna har valt att utveckla en produkt som är plattformsoberoende och energisnål. AutoSleep skall försätta användarens dator i strömsparläge då användaren förflyttar sig utanför området för AutoSleeps enhetsigenkänning. Utöver detta skall AutoSleep omedelbart växla till aktivt läge då identifiering av användarens mobila enhet är genomförd.

1.5 Disposition

Nedan ges en beskrivning av de kapitel arbetet består av.

Kapitel 1: **Inledning**, arbetet presenteras. Bakgrund, problembeskrivning, syfte och avgränsningar beskrivs och frågeställningarna introduceras.

Kapitel 2: **Metod och genomförande**, beskriver de metoder som används för att genomföra de undersökningar som ligger till grund för resultat och analys.

Kapitel 3: **Teoretiskt ramverk**, De tekniker som studien bygger på.

Kapitel 4: **Empiri**, skildrar fakta utan åsikter eller personliga tolkningar.

Kapitel 5: **Analys**, frågeställningarna besvaras med hjälp av empirin. Resultatet presenteras.

Kapitel 6: **Diskussioner och slutsatser**, slutresultatet av arbetet beskrivs. Förslag till hur studien kan utvecklas presenteras.

2 Metod och genomförande

Kapitlet ger en översiktlig beskrivning av studiens arbetsprocess. Vidare beskrivs studiens ansats och design. Därtill beskrivs studiens datainsamling och dataanalys. Kapitlet avslutas med en diskussion kring studiens trovärdighet.

För att besvara frågeställningarna gjordes en kvalitativ intervju, två enkäter och en experimentell studie. Ett kvalitativt tillvägagångssätt innebär att slutsatser härleds från empiriska erfarenheter [4]. För att komplettera den kvalitativa forskningen valde författarna att samla in statistik angående de svarandes datorvanor via statistiska enkäter. Utöver detta valdes relevant forskning ut för att avgöra trovärdigheten hos de värden som samlats in i samband med den experimentella studien och enkätundersökningarna.

2.1 Koppling mellan frågeställningar och metod

I följande kapitel beskrivs metoder för datainsamling och dataanalys som används för att besvara arbetets frågeställningar. **Figur 2** beskriver kopplingen mellan studiens frågeställningar och använda metoder.

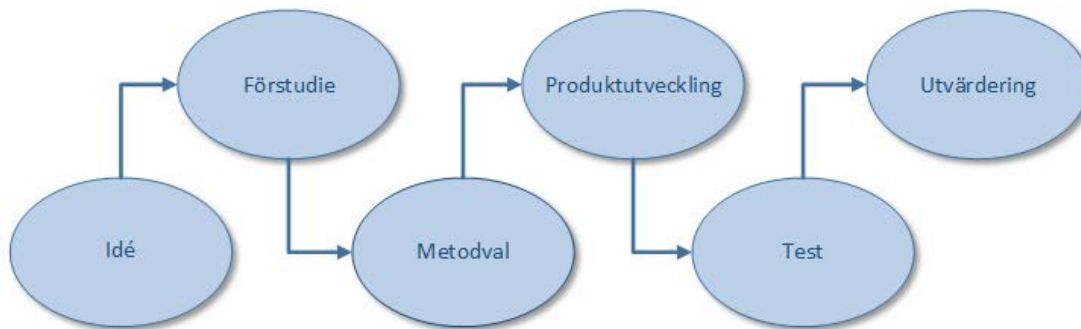


Figur 2 Koppling mellan frågeställningar och metod

För att besvara arbetets frågeställning valdes ett kvantitativt angreppssätt. Två enkäter med statistiska svarsalternativ bedrevs, i vilka privatpersoner anonymt fick besvara ett antal frågor angående datorvanor. De två enkäterna fokuserade på olika områden för att ge en grund till arbetets experimentella studie. Arbetets experimentella studie genomfördes på det viset att energiåtgång vid olika strömlägen och konfigurationer mättes och används till att bilda den statistik som sedan använts för att besvara frågeställningen. Den kvantitativa forskningen kompletterades med hjälp av en kvalitativ intervju.

2.2 Arbetsprocessen

Arbetet utfördes huvudsakligen på Tekniska Högskolan i Jönköping. I början av arbetet skapades en planeringsrapport där metoder och relevanta teorier valdes. Efter detta startade en förstudie där litteraturstudier, enkäter och intervjuer utfördes. I samband med förstudiens slut valdes den metod som arbetet kom att utvecklas efter. När ett val av metod gjorts kunde utvecklingen av själva produkten påbörjas. Produkten kunde därefter testas och utvärderas. Hela arbetsprocessen återfinns nedan i **Figur 3**.



Figur 3 Arbetsprocessen

2.3 Fysisk utrustning

För att kunna utföra arbetet krävdes viss utrustning. Den utrustning som användes beskrivs härnäst.

2.3.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi valdes med motiveringen att det är en av de enkortsdatorer som använts i utbildningen i Datateknik, inriktning Inbyggda system, på Tekniska Högskolan i Jönköping. Raspberry Pi stödjer UNIX-baserade operativsystem samt många programmeringsspråk bland andra C++, C och Python. Det finns dessutom flera GPIO-pinnar, vilka används för kommunikation mellan hårdvara och mjukvara.

2.3.2 Testdator

För att testa AutoSleeps effektivitet behövdes en testdator som bas för energimätningar och jämförelser mellan olika lösningar. Detta för att få fram verkliga resultat.

2.3.3 Smartphone

Eftersom AutoSleep använder igenkänning över trådlösa nätverk behövdes en sådan enhet för att testa produktens funktionalitet. Då en smartphone stödjer samtliga trådlösa nätverk som i denna rapport övervägts var det den lämpligaste typen av enhet. Dessutom är en smartphone en vanlig enhet som ägs av en stor del av den svenska populationen [5].

2.3.4 Mätinstrument

För att underlätta uppsamlingen av mätdata användes en elenergimätare med 5-vägs grenuttag. Elenergimätarens mätprecision var på 1,5 procent och de flera uttag gav möjlighet att mäta förbrukningen av samtlig utrustning simultant.

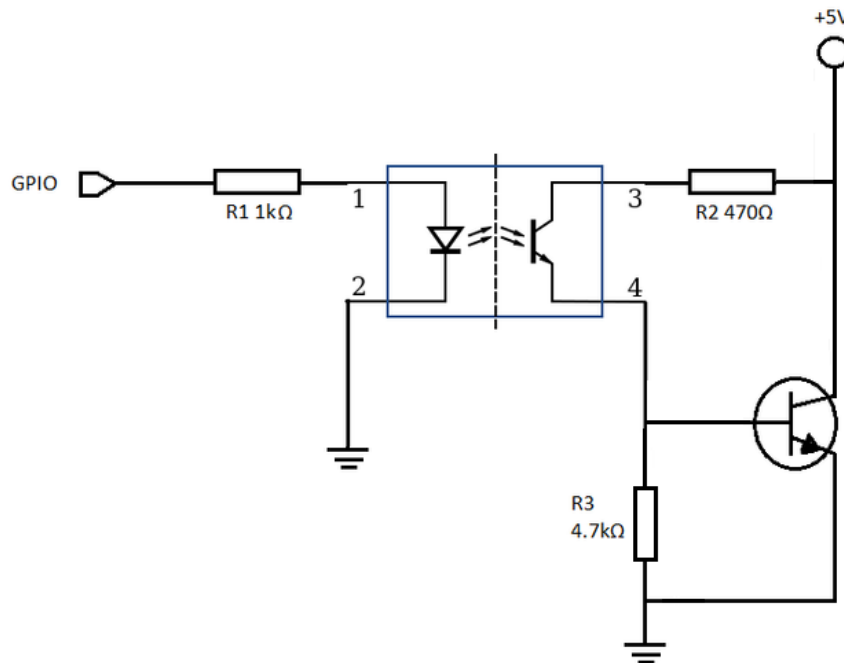
2.3.5 AutoSleep

Författarna valde att använda Wi-Fi som trådlöst kommunikationsgränssnitt i skapandet av AutoSleep.

AutoSleep har förmågan att leta efter en specifik MAC-adress bland enheter anslutna till samma trådlösa nätverk. AutoSleep kan sedan styra strömlägen hos den dator den är kopplad till.

AutoSleep är byggd som en Raspberry Pi-lösning och använder en D-Link DWA-140 Wi-Fi adapter för att kommunicera trådlöst. För att söka efter enheter används Nmap,

vilket är ett funktionsprogram med öppen källkod. Gränssnittet till den personliga datorn går från två GPIO-pinnar hos AutoSleep till de pinnar på moderkortet som går till datorns strömbrytare. Däremellan sitter ytterligare en elektronisk koppling, vars uppgift är att galvaniskt åtskilja AutoSleep och datorn, vilket går att se i **Figur 4**. I kopplingen används en optokopplare för att skilja de två kretsarna, optokopplaren matas sedan en transistor som slår om datorns strömläge då AutoSleep märker en förändring.



Figur 4 Kopplingsschema för AutoSleep

Prototypen uppfyller studiens kravspecifikation, med beaktande av dess avgränsningar. AutoSleep kräver att användaren har en mobil med möjlighet för uppkoppling mot trådlösa nätverk. Växlingen sker då den MAC-adress AutoSleep söker efter försvinner eller återvänder till nätverket. Växlingen sker alltså då enheten försvinner från nätverket, vilket inte alltid är detsamma som när enheten ej längre befinner sig inom AutoSleeps räckvidd.

För att kunna använda AutoSleep krävs i dagsläget nätverksadministratörsrättigheter.

2.4 Datainsamling

Studiens datainsamling bestod av en intervju, enkätsvar från två enkäter och resultat från de tester som utfördes i samband med produktevalueringen. Den första enkäten var väldigt allmän och gick ut på att ge arbetet en grund på vilken resterande delar kunde byggas. Enkäten gav en översiktlig uppfattning av den andel av kontorsarbetare som anser det viktigt att försätta den personliga arbetsdatorn i strömsparläge. Därefter hölls en intervju där frågor angående produktens lämplighet och nödvändighet på arbetsplatser togs upp. Därefter genomfördes en andra enkät med en bredare demografisk spridning än den första. Slutligen genomfördes ett experiment i vilket AutoSleep utvärderades genom mätningar av datorers energikonsumtion då de brukade AutoSleep och då de inte gjorde det.

2.5 Dataanalys

För att besvara frågeställningen användes i huvudsak en kvantitativ dataanalys. Kvantitativ dataanalys har syftet att med hjälp av konkreta siffror och statistik härleda en slutsats som ett faktum. Dataanalysen är empirisk då den är baserad på resultat från den experimentella studie som utfördes. För att besvara tredje frågeställningen har arbetet nyttjat kvalitativ dataanalys där syftet är att för ett visst fall beskriva relationer och relevanta egenskaper.

2.6 Trovärdighet

Tester är gjorda på ett enhetligt sätt och den statistik som använts i rapporten liknar statistik från motsvarande existerande forskning. Enkätstudier är gjorda med spridd demografi och med statistiska svarsalternativ.

Arbetets insamlade empiri visar på resultat liknande det från tidigare existerande forskning. Rapportens slutsats kan därför anses som trovärdig.

Det räkneexempel som sker i samband med den experimentella studien är värdefull för att visa läsaren den nytta en produkt som AutoSleep har på en arbetsplats där arbetsdatorer används. De värden som används är trovärdiga eftersom de hämtats i samband med arbetets datainsamling och liknar de som tidigare samlats in i den mer omfattande studien av Pixley & Ross [1].

3 Teoretiskt ramverk

Kapitlet ger en teoretisk grund och förklaringsansats till studien och det syfte och frågeställningar som formulerats.

3.1 Koppling mellan frågeställningar och teori

I följande kapitel beskrivs den teori som ger en teoretisk grund för att besvara studiens frågeställningar. **Figur 5** beskriver kopplingen mellan studiens frågeställningar och använd teori.



Figur 5 Koppling mellan frågeställningar och teorier

För att ge en teoretisk grund till arbetet beskrivs följande område i det teoretiska ramverket: MAC-adress, Debian/Raspbian, Python, Raspberry Pi, Bluetooth, GPS och Wi-Fi. MAC-adress beskrivs då det är grunden till igenkänningsprocessen hos AutoSleep. Debian/Raspbian beskrivs för att ge en bakgrund till det operativsystem som används för att ta fram AutoSleep. Python beskrivs för att källkoden till arbetet är skrivet med detta programmeringsspråk. Raspberry Pi beskrivs eftersom det är den plattform AutoSleep är utvecklad på. Bluetooth, GPS och Wi-Fi beskrivs för att läsaren skall få en uppfattning om respektive kommunikationsgränssnitt.

För att ge en teoretisk grund till frågeställningen “*I vilken utsträckning kan energibesparingar nås genom en implementering av AutoSleep?*” beskrivs följande områden i det teoretiska ramverket: Strömlägen hos en dator och Energiåtgång hos en stationär dator. Strömlägen beskrivs för att användaren skall förstå vad datorns olika strömlägen betyder och hur de är tänkta att användas. Stationära datorers energiåtgång behandlas för att visa läsaren hur mycket energi en dator drar i respektive strömläge.

3.2 Verktyg

3.2.1 Nätverkskort

MAC-adress är en identifierare som är unik för varje nätverkskort [6] och tilldelas av tillverkaren. Precis som med vanliga brev behöver varje dator en adress för att veta vad för data den skall skicka och ta emot. En dator har två adresser, en IP-adress och en MAC-adress. Till skillnad från IP-adressen, som är en mjukvaruadress, är MAC-adressen en hårdvaruadress. Adressen används för att kommunicera med andra enheter inom nätverket och när kommunikationen är redo att nå destinationer utanför det egna nätverket hjälper IP-adressen till [6].

3.2.2 Debian/Raspbian

Debian är ett fritt operativsystem som skapades i samband med Debianprojektet [7]. Debianprojektet är under ständig utveckling och de som bidrar med programvara är många. Arbetet är ideellt.

Ett operativsystems mest grundläggande program är kärnan, vars uppgift är att sköta datorns systemresurser och låta användaren navigera mellan filer och program [7]. Debian använder Linuxkärnan som Linus Torvalds utvecklade. Idag sköts utvecklingen av tusentals programmerare världen över. Debian kan även använda FreeBSD, vilket är ett operativsystem som, likt Linux, utvecklas kontinuerligt av ett stort antal programmerare världen över.

Ett operativsystem räcker inte, utan många vill dessutom ha tillämpningsprogram. Debian har över 43000 paket och andra verktyg [8]. Ett paket är programvara som förkompilerats och paketerats för att göra installationen enkel. Ett av dessa paket är Nmap som kan användas för nätverksutforskning.

Raspbian är en variant av Debian [8]. Raspbian är optimerad för användning på Raspberry Pi-plattformen.

3.2.3 Python

Python är ett objektorienterat högnivåspråk. I detta arbete används Python 3.x, vilket är det nuvarande Python-språket. Python 3.0 släpptes 2008, och den sista Python 2.x-versionen kom ut i mitten av 2010 [9]. Python har många inbyggda funktioner och är ett av de enklare programspråken att lära sig. Detta, i kombination med att Python-tolken och dess stora standardbibliotek är gratis för alla plattformar, gör Python till ett attraktivt val av språk [9].

3.2.4 Raspberry Pi

Raspberry Pi var ursprungligen utvecklad som en lågprisplattform för barn och ungdomar med intresse för programmering [10]. Hobbyprogrammerare såg tidigt potentialen i Raspberry Pi och det blev en oerhört populär plattform för diverse småprojekt. Raspberry Pi är en enkorts dator som kopplas in till skärmar med HDMI anslutning och har flera USB-portar för användning till datormöss, tangentbord, trådlösa nätverkskort och en vid uppsjö av andra enheter. En Raspberry Pi har samma funktioner som en stationär dator, men levererar dem i ett litet paket.

3.3 Trådlöst kommunikationsgränssnitt

Författarna hade som mål att skapa en prototyp, vid namn AutoSleep, vars uppgift var att växla användarens dator mellan strömsparläge och aktivt läge. Växlingen skulle ske då användaren närmar sig arbetsdatorn, eller då användaren lämnar den. För att nå den önskade funktionaliteten valde författarna att låta AutoSleep utföra sin uppgift med hjälp av ett trådlöst kommunikationsgränssnitt. Härfter beskrivs de gränssnitt som var möjliga kandidater i val av gränssnitt för AutoSleep.

3.3.1 Bluetooth

Bluetooth är en trådlös standard för överföring av data på korta avstånd. Bluetooth uppfanns av företaget Ericsson år 1994 och bygger på UHF [11]. UHF-radiovågor med kort våglängd används för att kommunicera mellan enheter och skapa personliga nätverk med begränsad räckvidd. Bluetooth utvecklas av SIG som består av över 25 000 företag runtom i världen. SIG utvecklar Bluetooth som en öppen standard som ska tillåta koppling och samarbete mellan disparata produkter och företag [12].

BLE är en lågenergivariant av Bluetooth som används i inbyggda lösningar. BLE är en viktig byggsten för bland annat IoT.

Idag byggs Bluetooth-transceivers in i de flesta smartphones. Enligt en undersökning av Sean Maloney och Ivan Boci, i samarbete med University of California, drar Bluetooth i genomsnitt 221 mW [13]. I deras undersökning fick de frivilliga testpersonerna tillgång till varsin smartphone, med vilken de sedan skulle fortsätta sin vardag utan extraordinära inslag. Den data som samlades in användes sedan för att räkna ut en ungefärlig energikonsumtion för en smartphone som använder Bluetooth.

3.3.2 GPS

GPS är idag det vanligaste systemet för satellitnavigering för privatpersoner. GPS utvecklades av det amerikanska försvarsdepartementet under 70-talet, men sattes i drift först 1994 för allmänheten. För att ge användare möjlighet att bestämma sin position när och var som helt på jorden är 24 satelliter i aktiv drift. Dessa satelliter har en omloppsbanan på 12 timmar och skickar en synkroniserad signal med jämna mellanrum [14]. Dessa signaler når mottagaren vid något olika tider och användarens position kan kalkyleras med hjälp av de kombinerade värdena från satelliterna. Denna position har normalt en noggrannhet på några tiotal meter [15].

Ursprungligen användes GPS för att navigera ubåtar och används idag till en mängd olika saker, till exempel spårning av flyttfåglar och andra djur, räddningsarbete och navigeringssystem till bilar [14].

För att använda GPS till att lokalisera en smartphone krävs en internetanslutning. Enligt en studie drar GPS-funktionen hos en smartphone ungefär 623 mW då den befinner sig utomhus och 383 mW då den är inomhus [13]. Detta eftersom testpersonernas mobiltelefoner blivit programmerade att byta från GPS till Wi-Fi då det senare fanns att tillgå.

3.3.3 Wi-Fi

Wi-Fi är en teknik som tillåter trådlös användning av Internet. *The Wi-Fi Alliance* är ett världsomspännande nätverk av företag, som tillsammans äger varumärket Wi-Fi [16]. Idag används begreppet ofta för att beteckna ett trådlöst lokalt nätverk. Ett trådlöst lokalt nätverk är egentligen ett WLAN, men i svenskan finns risk att förväxla denna

akronym med den för VLAN. Wi-Fi används därför med fördel som ersättning för WLAN i talspråk.

WLAN som bygger på Wi-Fi består av en eller flera accesspunkter som klienter sen kan ansluta sig mot. Detta WLAN har ett namn och ofta lösenord, som används vid identifiering. Att kunna identifiera ett visst WLAN är nödvändigt då flera WLAN befinner sig i närheten. Den uppkopplade enheten behåller sin anslutning då den rör sig mellan accesspunkter tillhörande samma nätverk [17].

Wi-Fi drar ungefär tre gånger den energi som Bluetooth förbrukar men bara lite mer än GPS. Wi-Fi har en medelenergiåtgång om 661 mW i en vardagsmiljö [13]. Detta har att göra med att mobiltelefonen ständigt söker efter accesspunkter, vilket gör att energikonsumtionen når det höga värdet.

3.4 Teoriområden för frågeställningen

3.4.1 Strömlägen hos en dator

En PC har flera olika strömlägen. Alla dessa är tänkta att användas till olika syften. Härfter beskrivs de för arbetet relevanta strömlägena.

Aktivt läge är då datorn är verksam. Detta läge är det som kräver störst mängd energi.

Strömsparläge är ett av datorns energisparlägen. Då användaren väljer att försätta datorn i detta läge är tanken att datorn kvickt återvänder till sitt ursprungliga läge, när användaren önskar [18]. Återställningen tar normalt endast några få sekunder. Därefter kan arbetet återupptas. Detta läge kan liknas vid att pausa en DVD-skiva. Datorns aktiviteter upphör genast och datorn väntar på att få fortsätta sin session.

Även när datorn är försatt i ett energisparläge drar den ström. En dator försatt i strömsparläge behöver energi för att, till exempel, kunna starta då användaren vill återgå till sin session. Den energi som krävs är dock nästintill försumbar.

3.4.2 Energiåtgång hos en stationär dator

Sedan 1970-talet har den genomsnittliga datorns prestanda ökat med det dubbla var 18:e månad [19]. Datorerna har även blivit energieffektivare och kan därför utföra fler operationer på samma mängd energi än en dator med 18 månader gammal teknik [19]. 1961 bevisades *Landauer's Principle* av Rolf Landauer [20]. Principen går ut på att det finns en övre gräns för hur effektiva datorer kan bli under nuvarande förutsättningar. Denna övre gräns kommer att nås inom några decennier.

IT-produkter står idag för nära 2,5 procent av den globala energiförbrukningen [20]. En vanlig stationär kontorsdator inklusive en typisk LCD-skärm förbrukar mellan 0,15 och 0,32 kWh per timme [21][22]. Om en sådan kontorsdator lämnas igång dygnet runt förbrukas upp till 5,12 kWh i onödan per dag då datorn inte är i bruk, om åtta timmars arbetsdag antas. Används istället strömsparläge då datorn inte är i bruk sjunker denna siffra till runt 0,14 kWh, därmed en förbrukning som är 35 gånger lägre [23].

4 Empiri

Kapitlet ger en översiktlig beskrivning av den empiriska domän som ligger till grund för denna studie. Vidare beskrivs empirin som samlats in för att ge svar på studiens frågeställningar.

4.1 Enkätundersökning

Båda enkäterna genomfördes via SurveyMonkey.com, en hemsida som låter användaren skapa och dela enkäter helt utan kostnad. Sidan sammanfattar även svaren till procentuell statistik för att underlätta dataanalysen för enkätens skapare. Enkäterna delades sedan via sociala medier och ett internationellt forum, Facebook respektive Reddit. Enkäten var öppen för alla.

4.1.1 Enkät 1

Vid arbetets början genomfördes en enkätundersökning med ungefär 100 svarande. De svarande var i olika åldrar och alla var från Sverige. Enkäten var öppen och vem som helst kunde svara, vilket medförde att svarsresultat från personer tillhörande olika yrkesgrupper och även studenter var med och påverkade slutresultatet. Bland dessa uppger sig nästan 90 procent använda en dator under flera timmar varje vecka. 40 procent av dem använder datorn i över 40 timmar i veckan.

Av alla svarande påstår endast 12 procent att de stänger av sin dator då de lämnar den en längre stund. Däremot svarade 23 procent att de försätter datorn i strömsparläge då de lämnar den. 33,33 procent uppger även att de alltid lämnar sin dator igång över natten. Dock säger hela 41 procent att de aldrig låter datorn vara igång över natten. Resterande del uppger sig lämna datorn igång ibland, men inte varje natt.

De som gav ett svar på varför de lämnar datorn igång var enhälliga med att anledningen till att de lämnar datorn utan att stänga av den är att det tar för lång tid att starta datorn.

4.1.2 Enkät 2

Senare i arbetet startades en andra enkätundersökning där 43 personer svarade.

Medelåldern hos de svarande var 24 år och de flesta var bosatta i Nordamerika. Svarande från Oceanien, Sydamerika och även delar av Europa återfanns. Majoriteten var studerande vid högskola eller universitet och ungefär en fjärdedel svarade att de arbetade i kontorsmiljö.

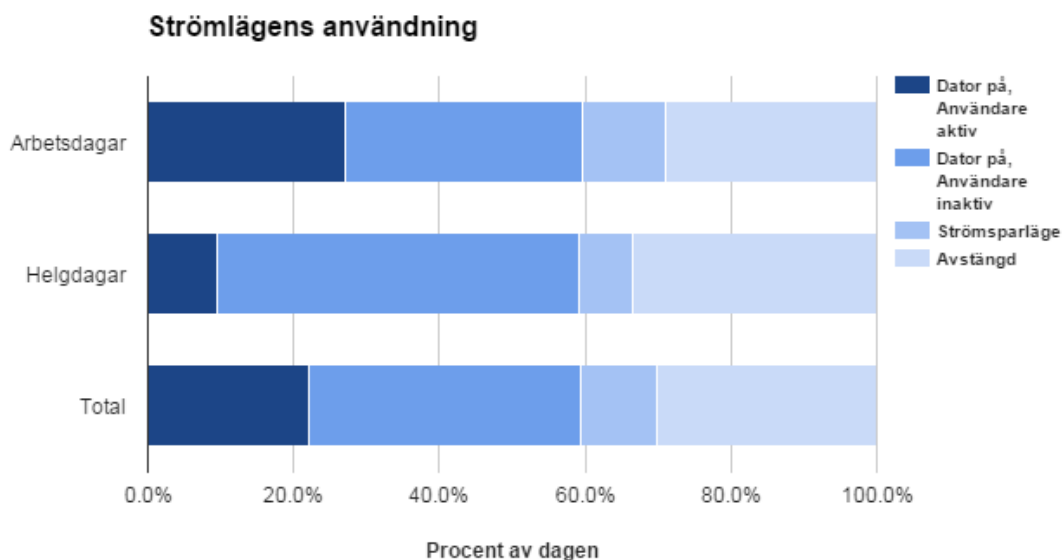
I **Figur 6** visas uppgifterna från enkäten. **Figur 6** beskrivs med en axel som visar 100 procent av dagen, vilket motsvarar 24 timmar. Värdena är genomsnittet av de svar som samlades in i samband med enkäten.

De svarande uppger att deras arbetsdator används runt 27 procent av dygnet en normal arbetsdag, vilket ungefär motsvarar 6,5 timmar. De svarande uppger även att datorns strömsparläge är igång strax över 10 procent av dagen och att datorn är avstängd under nära 30 procent av dagen. 33 procent av dagen, vilket är ungefär 8 timmar, befinner sig den svarande på annan plats, trots att datorn är aktiv.

Vissa svarande uppger att de arbetar under helgdagar. Därav ett genomsnitt på 9 procent av dagen då arbetsdatorn är i bruk. Flera svarande uppger att de lämnar datorn igång då de lämnar arbetsplatsen över helgen. Detta resulterade i ett högre procentuellt värde av dagen som datorn lämnas igång trots att användaren inte använder datorn. Nästan 50

procent av helgdagarna står arbetsdatorn igång, trots att den inte används. De svarande uppger att användningen av strömsparläget sjunker något under helgen eftersom fler väljer att stänga av datorn.

Av de svarande har endast hälften uppgett att företaget de arbetar för har satt upp regler för sina anställdas användning av strömlägen.



Figur 6 Användning av strömlägen under en vanlig vecka

4.2 Intervju

Den person som intervjuades var Tony Klintström. Tony Klintström valdes då han har ett arbete som sätter honom i en position där han har ansvar för många anställda på en avdelning där arbetsdatorer används. Tony Klintström arbetar som driftoptimerare och projektledare vid Teknikförvaltningen på Region Gotland. Den avdelning Tony Klintström arbetar på heter Fastighetsförvaltningsavdelningen och där arbetar 17 personer. Var och en av dessa personer har en stationär kontorsdator. Dessa datorer är personliga och varje person har ett inloggningskonto som endast fungerar på den datorn. Säkerheten hos företaget har höjts under senare tid och nu går datorerna automatiskt in i strömsparläge efter 10 minuters inaktivitet. För att väcka datorn från strömsparläget krävs användarens kontouppgifter. Tidigare stod datorerna igång hela dagarna och vem som helst, även personer från andra avdelningar, kunde använda datorerna. Region Gotland insåg att detta var en säkerhetsrisk och därför vidtogs åtgärder som personliga konton och automatiskt strömsparläge för alla datorer. Personalen har även skickats på utbildningar i datorsäkerhet där de exempelvis blev informerade om hur de väljer ett säkert lösenord. Region Gotland har även gått ut med regler angående datoranvändandet där de anställda fått order om att stänga av datorn vid arbetsdagens slut. För att vara helt säkra på att datorerna stängs av har företaget även vidtagit extra åtgärder i form av automatisk avstängning vid längre inaktivitet efter ett visst klockslag.

Tony Klintström uppskattar den tid varje anställds dator spenderar i aktivt läge till 6.5 timmar varje dag. Han säger att då den anställde sitter vid datorn ser den anställde till att datorn inte går in i strömsparläge, även om datorn inte aktivt används.

Tony Klintström vill understryka att detta är ett någorlunda nytt arbetssätt som han själv har varit med och påverkat under utvecklingstiden. Tidigare kunde kontorets datorer stå igång i månader utan att stängas av och han vittnar om kollegor som inte visste att olika strömsparlägen existerade. Tony Klintström anser att den information och undervisning som företaget bidragit med har varit helt avgörande för den energisnåla arbetsplats han nu arbetar på.

Trots alla Region Gotlands åtgärder för att minimera energiåtgång och säkerhetsrisker anser Tony Klintström att han gärna skulle se AutoSleep implementerat på sin avdelning. Anledningen är att de anställda fortfarande kan lämna byggnaden, utan att först logga ut från sitt konto. Under de 10 minuter det tar för datorn att gå in i strömsparläge hinner mycket hända. Någon skulle utan större svårigheter kunna ta sig in och sätta sig vid datorn. Om detta skulle hända går datorn inte in i strömsparläge och inkräktern kan komma åt känslig information. Detta är en självklar risk och Tony Klintström ser AutoSleep som en enkel lösning till problemet.

4.3 Resultat från experimentell studie

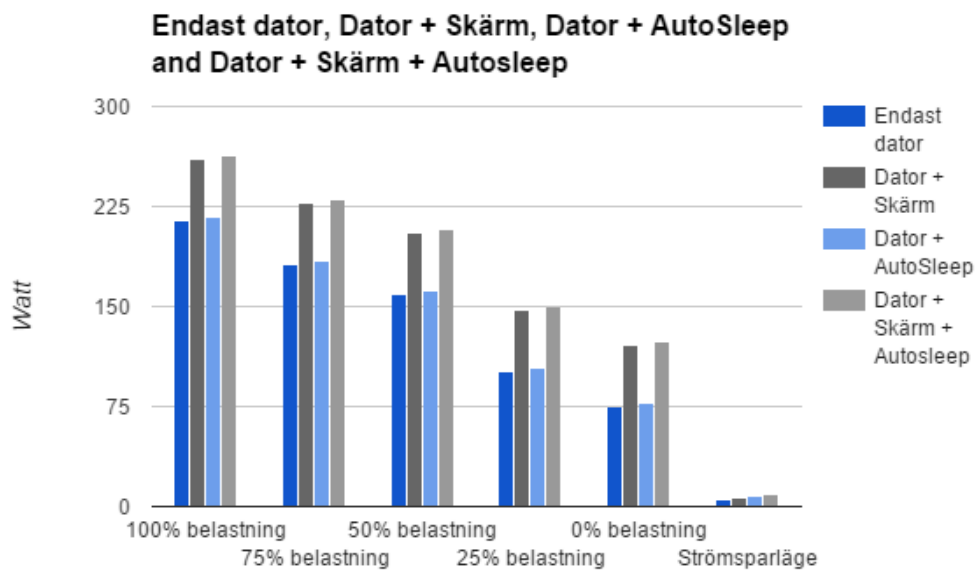
Mot slutet av arbetet genomfördes en experimentell studie där en dators energiförbrukning uppmättes vid olika belastning. AutoSleep kopplades mot den stationära testdatorn som i sin tur kopplades in i elenergimätaren som läste av alla mätvärden. Även bildskärmen kopplades in i denna elenergimätare.

Testdatorn belastades olika hårt genom att sätta igång och stänga av diverse program och processer för att uppnå önskad belastningsgrad. Styrning av AutoSleep skedde med en smartphone uppkopplad via Wi-Fi mot samma nätverk som AutoSleep var uppkopplad mot. Wi-Fi-uppkopplingen växlade mellan av och på samtidigt som nätverket avsåktes av AutoSleep. Om denna smartphone saknades på nätverket tolkades det som att användaren inte var närvarande och testdatorn försattes i strömsparläge. Då testets smartphone hittades på nätverket tolkades det som att användaren var närvarande och datorn återupptog sin session.

Mer information om den fysiska utrustningen finns i Kapitel 2 under 2.3 Fysisk Utrustning.

En vanlig arbetsdator hade en strömförbrukning på 6 W. Då AutoSleep anslöts till datorn ökade den totala energiförbrukningen med 3 W, en ökning på 50 procent.

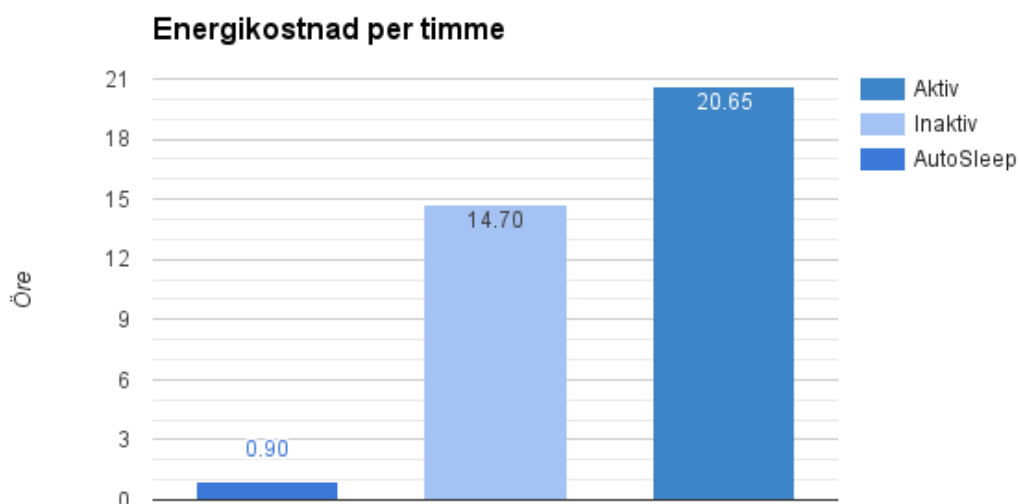
I **Figur 7** kan energiförbrukningen vid olika grad av användning ses. 25 procent anses vara normal överksam belastning, eftersom lägre belastning endast kunde nås genom att stänga av bakgrundsprocesser som anses vara nödvändiga för operativsystemets fortsatta verksamhet. Vid normal användning ligger belastningen på 50 procent.



Figur 7 Energiförbrukning vid olika belastning

Diagrammet visar att energiförbrukningen ökar med belastningen. Den totala strömförbrukningen uppmättes till 205 W då arbetsdatorn belastas med 50 procent och AutoSleep är inkopplad. En mer detaljerad beskrivning av övriga värden finns i **Bilagor** under **Bilaga 3**.

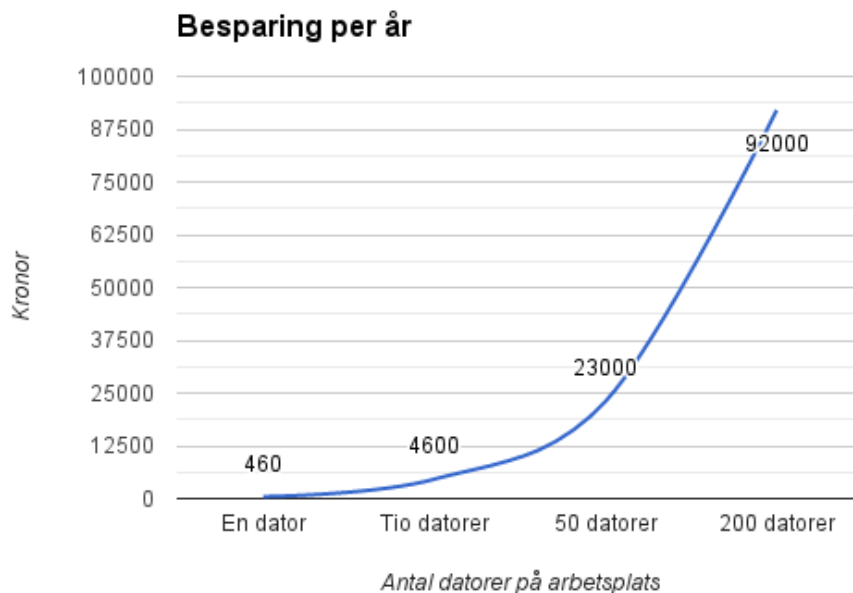
I **Figur 8** beskrivs energiförbrukningen som en kostnad i öre per timme. De olika kostnaderna beskriver AutoSleep samt en dator i strömsparläge (AutoSleep), en dator med 25 procent belastning (Inaktiv) och en dator med 50 procent belastning (Aktiv).



Figur 8 Energikostnad vid olika aktivitetsnivåer för en dator

Figuren visar att energiförbrukningen då datorn befinner sig i strömsparläge med AutoSleep inkopplad är 16 gånger lägre än då datorn befinner sig i inaktivt läge. Vi kan även se att inaktivt läge endast drar 40 procent mindre energi än en dator i aktivt bruk gör. Med andra ord är all inaktiv tid mycket ineffektiv sedd ur ett energieffektivt perspektiv.

I **Figur 9** visas den besparing AutoSleep skulle ge efter ett års användning. Besparingen är direkt proportionell mot antalet datorer som implementerat AutoSleep.



Figur 9 Besparing per år beroende på antal datorer

Figur 9 visar att för företag i alla storlekar finns det stora besparingar att göra genom en sänkning av datorers årliga förbrukning.

5 Analys

Kapitlet ger svar på studiens frågeställningar genom att behandla insamlad empiri och teoretiskt ramverk.

I avsnittet Analys behandlas följande frågeställning:

I vilken utsträckning kan energibesparingar nås genom en implementering av AutoSleep?

För att besvara frågeställningen har en serie beräkningar utförts. Energiförbrukningens värden är hämtade från arbetets experimentella studie och återfinns i **Bilaga 3** under **Bilagor**. Uppgifter om användning av strömlägen är hämtade från arbetets andra enkätundersökning och återfinns i **Bilaga 2** under **Bilagor**. I exemplets beräkningar har inköspriset för AutoSleep inte tillämpats.

5.1 Räkneexempel

Enligt de uppgifter som samlades in via arbetets andra enkät befinner sig en arbetsdator i genomsnitt i aktivt läge i hela 33 procent av dagen, vilket motsvarar cirka 8 timmar, trots att användaren är inaktiv.

$$24 \text{ h} * 0,33 = 7,92 \text{ h}$$

Inaktiva timmar per arbetsdag

Under helgen ökar siffran till 50 procent, vilket är 12 timmar av dagen.

$$24 \text{ h} * 0,50 = 12 \text{ h}$$

Inaktiva timmar per helgdag

Detta då en stor andel av anställda med en personlig dator inte stänger av sin dator vid arbetsdagens slut. Det sammanlagda genomsnittliga värdet på en vecka blir ungefär 38 procent.

$$\frac{5 \text{ arbetsdagar} * 0,33 + 2 \text{ helgdagar} * 0,50}{7} = 0,3786$$

Följaktligen står arbetsdatorer igång under 38 procent av veckan utan att användas. En dator spenderar därför 64 timmar i veckan i inaktivt läge.

$$1 \text{ dator} * 168 \text{ (timmar per vecka)} * 0,38 = 63,84 \text{ h}$$

Detta leder till en energiåtgång på 9,4 kWh per vecka helt i onödan.

$$64 \text{ h} * 0,147 \text{ kW (energiåtgång i inaktivt läge)} = 9,4 \text{ kWh}$$

AutoSleep använder sig av 3 W, vilket på ett år beräknas bli 26 kWh.

$$\frac{3 \text{ W} * 24 \text{ h} * 365 \text{ d}}{1000} = 26 \text{ kWh}$$

Detta är då de befinner sig i inaktivt läge. Om denna tid istället spenderas i strömsparläge med AutoSleep inkopplad uppgår detta till 0,575 kWh per vecka.

$$168 \text{ (timmar per vecka)} * 0,009 \text{ (energiåtgång strömsparläge + AutoSleep)} * 0,38 = 0,575 \text{ kWh}$$

AutoSleeps årsförbrukning är 26 kWh. Med detta i åtanke kommer AutoSleep väga upp sin egen årsförbrukning på 21 dagar.

$$\frac{9,4 \text{ kWh} - 0,575 \text{ kWh}}{7 \text{ d}} = 1,259 \text{ kWh per dag}$$

$$\frac{26 \text{ kWh}}{1,259 \text{ kWh per dag}} = 20,65 \text{ d}$$

Om energikostnaden sätts till 1 krona per kWh beräknas en implementering av AutoSleep ge en besparing på 460 kronor per dator per år.

$$1,259 \text{ kWh per dag} * 365 \text{ d} = 459,54 \text{ kWh} = 460 \text{ kr per år}$$

Implementeras AutoSleep på en arbetsplats kan följande formel användas för att räkna ut hur stor besparing som kan uppnås.

$$460 * X \text{ antal arbetsdatorer} = \text{Besparing}$$

Om ett företag med 200 arbetsdatorer investerar i en AutoSleep per arbetsdator kan de alltså få en besparing på 92 000 kronor per år.

$$460 \text{ kr per år} * 200 \text{ st} = 92\,000 \text{ kr per år}$$

5.2 Sammanfattning

De resultat som erhållits från den experimentella studien visar på ett liknande mönster som andra jämförbara studier fått fram. Detta tyder på att de värden som samlats in speglar verkligheten till den grad att de kan användas för beräkning av AutoSleeps nytta i en kontorsmiljö. Resultatet visar att trots den ökade energiförbrukning som AutoSleep innebär kommer den ökade användningen av strömsparläge att väga upp detta redan inom den första användningsmånaden. Därefter går investeringen med vinst.

6 Diskussion och slutsatser

Kapitlet ger en sammanfattande beskrivning av studiens resultat. Vidare beskrivs studiens implikationer och begränsningar. Dessutom beskrivs studiens slutsatser och rekommendationer. Kapitlet avslutas med förslag på vidare forskning.

6.1 Resultat

Det resultat som beskrivs tillhör följande frågeställning:

I vilken utsträckning kan energibesparingar nås genom en implementering av AutoSleep?

På ett företag där datorernas strömlägen nyttjas rigoröst kommer energibesparingarna vara mindre än i arbetets exempel. Där personal och företag inte effektivt tillämpar strömlägesanvändning kommer besparingarna att vara högre. Det är svårt att veta vilket företag som skulle erhålla vilken besparing, men enligt arbetets insamlade värden kan ett företag i genomsnitt spara in över 60 procent av den energiåtgång som nu går åt till datorer som står inaktiva.

6.2 Implikationer

Arbetets forskningsfråga besvaras utifrån det egna arbetets förutsättningar och är inte generell. De val och de värden som används är ett genomsnitt av arbetets insamlade värden och kan skilja sig markant bland olika demografiska grupper. För att kunna avgöra hur pass nödvändig AutoSleep är på det egna företaget bör en undersökning i ämnet göras. Ett företag med striktare regler kring strömsparlägen och dess användning kommer inte få samma resultat som i arbetets exempel. Arbetet visar att det med hjälp av trådlös enhetsigenkänning går att styra datorers strömlägen och på detta vis spara energi.

6.3 Begränsningar

I arbetet studeras endast de kommunikationsgränssnitt som enkelt går att använda med hjälp av en vanlig smartphone. Gränssnitten är Wi-Fi, Bluetooth och GPS. Gränssnitten har endast undersökts på en nivå som för arbetet är intressant. AutoSleep kan i dagsläget inte ges individuell utformning då de värden som används för enhetsigenkänning måste hårdkodas. AutoSleep har endast utvecklats som koncept och är inte en indikation om hur en kommersiell produkt skulle prestera. Det fastställdes tidigt i arbetet att AutoSleep bör ha möjlighet att både stänga av och starta datorn. Detta medförde att AutoSleep var tvunget att utvecklas som en hårdvarulösning. Hade detta krav inte funnits hade utfallet möjligtvis blivit annorlunda.

6.4 Slutsatser och rekommendationer

Rapportens syfte var:

Att påvisa möjligheten att sänka energiförbrukningen på arbetsplatser där datorer används.

Arbetet visar att det finns en stor möjlighet att sänka energiförbrukningen hos en typisk PC. AutoSleep är en möjlig lösning vilken skulle gå att utveckla vidare till ett kommersiellt system om det önskas. AutoSleep går med dess nuvarande begränsningar att tillverka för mindre än 200 kronor per enhet, vilket betyder att återbetalningstiden blir ungefär ett halvår.

Eftersom arbetet visar på att energiförbrukningen är högre än nödvändigt på arbetsplatser där personalen har tillgång till arbetsdatorer, anses arbetets syfte vara uppfyllt.

Att undersöka den aktuella förbrukningen på arbetsplatsen för att verifiera att denna inte är oskäligt hög rekommenderas. Om så är fallet bör åtgärder vidtagas. Försök till att utbilda de anställda inom energitänk för att tillsammans nå en nivå av omsorg för val av strömläge är ett första, men väldigt viktigt, steg i riktning mot en energismartare arbetsplats. Att införa ett system i stil med AutoSleep kan underlätta denna process för både anställda och arbetsgivare.

6.5 Vidare forskning

Vidare forskning bör utveckla AutoSleep på ett sådant sätt att konfiguration är möjligt utan att kompilering av källkod krävs. Flera funktioner och anpassningsmöjligheter bör adderas för att få en användarvänlig slutprodukt.

Denna rapport har endast använt Wi-Fi, det kan vara värdefullt att även undersöka hur Bluetooth och GPS skulle prestera. Det finns även andra trådlösa kommunikationsgränssnitt som kan undersökas men valts bort i detta arbete då de inte enkelt går att använda med en smartphones inbyggda funktioner.

Endast tiden då en arbetsdator står igång men inte används har tagits hänsyn till i arbetet och det kan finnas andra sätt att angripa problemet

Det kan finnas värde i att utföra en studie med förutbestämd demografi, till exempel att vid ett specifikt företag undersöka vanorna hos de anställda och mäta effektiviteten av AutoSleep när den implementeras i stor skala på system med olika specifikation.

Dessutom kan vidare forskning innefatta en studie som undersöker huruvida en mjukvarulösning eller en hårdvarulösning är att föredra.

Referenser

- [1] Joy E. Pixley, Stuart A. Ross, "Duty Cycle Results from the Monitoring Study" i *Monitoring computer power modes usage in a university population*, University of California, 2015, s. 29
- [2] "Why Employees Leave PCs on All Night" i *PC Energy Report 2009: United States, United Kingdom, Germany*, 1E och Alliance to Save Energy, 2009, s. 8
- [3] "FIVE MILLION SOLD!", Raspberry Pi, <https://www.raspberrypi.org/blog/five-million-sold/>, Hämtad 2015-11-26
- [4] William M.K, "Deduction & Induction", Research Methods Knowledge Base, 2006-10-20, <http://www.socialresearchmethods.net/kb/dedind.php>, Hämtad 2015-10-23
- [5] Olle Findahl och Pamela Davidsson, "Majoriteten är smartmobilanvändare" i *Svenskarna och internet: 2015 års undersökning av svenska folkets internetvanor*, Internetstiftelsen i Sverige, 2015, s. 4
- [6] Mathieu Cunche, "Background and problem statement" i *I know your MAC Address: Targeted tracking of individual using Wi-Fi*, Université de Lyon, 2013
- [7] "About Debian", Debian, 2015-07-19, <https://www.debian.org/intro/about>, Hämtad 2015-11-10
- [8] "About Raspbian", Raspbian, <https://www.raspbian.org/RaspbianAbout>, Hämtad 2015-11-10
- [9] "Should I use Python 2 or Python 3 for my development activity?", Python™, 2014-04-13, <https://wiki.python.org/moin/Python2orPython3>, Hämtad 2015-11-22
- [10] "ABOUT US", Raspberry Pi Foundation, 2015, <https://www.raspberrypi.org/about/>, Hämtad 2015-11-12
- [11] "How does Bluetooth work?", Bluetooth SIG, 2016 <https://www.bluetooth.com/what-is-bluetooth-technology/bluetooth-technology-basics>, Hämtad 2016-01-19
- [12] "Bluetooth", Bluetooth SIG, 2015 <http://www.bluetooth.com/what-is-bluetooth-technology/bluetooth>, Hämtad 2015-11-10
- [13] Sean Maloney & Ivan Boci, "Less is More: Energy-Efficient Mobile Sensing with SenseLess" i *Survey: Techniques for Efficient energy consumption in Mobile Architectures*, Santa Barbera, University of California, 2012-03-16, s 6
- [14] Elizabeth Howel, "Navstar: GPS Satellite Network", SPACE.com, 2013-02-14, <http://www.space.com/19794-navstar.html>, Hämtad 2015-11-12
- [15] Pej Kristoffersson, "GPS", Nationalencyklopedin, 2004, <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/gps>, Hämtad 2015-11-12
- [16] "Who We Are", Wi-Fi Alliance, <http://www.wi-fi.org/who-we-are>, Hämtad 2015-11-10
- [17] "Vad alla borde veta om WiFi", Om WLAN, <http://www.omwlan.se/artiklar/wifi.aspx>, Hämtad 2015-11-10

- [18] “Strömsparläge och viloläge: Vanliga frågor”, Microsoft, <http://windows.microsoft.com/sv-se/windows7/sleep-and-hibernation-frequently-asked-questions>, 2015-11-12
- [19] Per Åkesson, “Strömsparlägen i en PC”, ABC-klubben, 2007, <https://www.abc.se/~pa/data/stroemspar.htm>, Hämtad 2015-11-12
- [20] Jonathan Koomey, “The Computing Trend that Will Change Everything”, MIT Technology Review, 2012-04-09, <http://www.technologyreview.com/news/427444/the-computing-trend-that-will-change-everything/>, Hämtad 2015-11-18
- [21] Lars Waller och Annika Overödder, “Nya Energy Star 6.0 för energieffektivitet hos datorer lanserad”, TCO Development, 2014-06-16, <http://tcodevelopment.se/nyheter/nya-energy-star-6-0-lanserad/>, Hämtad 2015-11-18
- [22] Megan Bray, Energy consumption of computers and monitors i *Review of Computer Energy Consumption and Potential Savings*, Dragon Systems Software Limited, 2006, s. 8-14
- [23] “Datorer”, Vattenfall, <http://www.vattenfall.se/sv/datorer.htm>, Hämtad 2015-11-18

Akronymer

Bit	Binary Digit
BLE	Bluetooth Smart
GPIO	General Purpose Input/Output
GPS	Global Positioning System
HDMI	High Definition Media Interface
IoT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
IT	Informationsteknik
kWh	Kilowattimmar
MAC	Media Access Control
PC	Personliga Dator (Personal Computer)
SIG	Bluetooth Special Interest Group
UHF	Ultrahigh Frequency
USB	Universal Serial Bus
VLAN	Virtual Local Area Network
VVS	Ventilation, värme och sanitet
W	Watt
WLAN	Wireless Local Area Network

Bilagor

- Bilaga 1** Intervjufrågorna som användes i arbetet
- Bilaga 2** Tabell med statistik från den andra enkätstudien
- Bilaga 3** Mätdata från arbetets experimentella studie
- Bilaga 4** Enkätfrågor för enkät 1
- Bilaga 5** Enkätfrågor för enkät 2

Bilaga 1

- Vilket är ditt namn och din titel?
- Vilket företag arbetar du vid?
- Vad heter den avdelning du arbetar på?
- Hur många personliga datorer finns på avdelningen?
- Har användarna personliga inloggningskonton?
- Fungerar alla inloggningskonton på alla datorer?
- Har företaget bett er att logga ut från kontot, stänga av eller försätta datorn i strömsparläge då ni lämnar datorn?
- Har ni blivit tillsagda att vidta någon av ovanstående åtgärder vid arbetsdagens slut?
- Enligt din uppfattning, bör datorn stängas av vid inaktivitet?
- Hur många, uppskattningsvis, stänger av datorn vid arbetsdagens slut?
- Hur många, uppskattningsvis, stänger av datorn inför helgen?
- Hur många timmar, uppskattningsvis, spenderar en dator i aktivt läge under en vanlig arbetsdag?
- Hur många timmar spenderar du och dina kollegor vid datorn under en vanlig arbetsdag?
- Har företaget vidtagit några åtgärder för att påvisa nyttan med att stänga av datorn då den inte används?
- Ser du någon nytta med AutoSleep?
- Slutligen; har du något du vill tillägga?

Bilaga 2

	Arbetsdagar	Helgdagar	Total
Dator på, Användare aktiv	27,1%	9,4%	22,0%
Dator på, Användare inaktiv	32,6%	49,7%	37,5%
Strömsparkläge	11,4%	7,4%	10,3%
Avstängd	28,9%	33,5%	30,2%

Bilaga 3

	Endast dator	Dator + Skärm	Dator + AutoSleep	Dator + Skärm + AutoSleep
100% belastning	214	260	217	263
75% belastning	181	227	184	230
50% belastning	159	205	162	208
25% belastning	101	147	104	150
0% belastning	75	121	78	124
Strömsparläge	5,5	6	8,5	9

Bilaga 4

- Under hur många timmar använder du en dator en vanlig vecka?
- Stänger du av datorn om du inte skall använda den på över en timme?
- Försätter du datorn i strömsparläge då du lämnar den?
- Händer det att du lämnar din dator igång över natten?

Bilaga 5

- Enter your age
- In what country do you study and/or work?
- What is your current occupation?
- When you leave your workspace, do you turn off your computer or put it to sleep if you are: a) *Going home for the day* b) *Taking your lunch break* c) *Taking some other short break*
- Approximate how large a portion of the time your personal computer spends in each of the power states below, during Weekdays (should add up to 100%)
- Approximate how large a portion of the time your personal computer spends in each of the power states below, during Weekends or Holidays (should add up to 100%)
- If applicable, does your workplace have a policy regarding shutting computers off when you leave your work. If so, is this policy generally enforced and followed?
- In your experience, how often is at least one personal computer at your work or school left running over night or during weekends/holidays?