

Chapter 1 The basis of Human Well-being	6
1.1 Trends in Human Development	6
1.2 What Does Human Well-Being Depend On?	7
1.3 Ecosystem Goods and Services	8
1.4 What about Saving the Planet?	8
1.5 Summary	8
Chapter 2 Status of Ecosystem Goods and Services	9
2.1 Fuels	9
2.2 Materials	9
2.3 Water	9
2.4 Food	10
2.5 Soil	10
2.6 Air Quality Regulation	10
2.7 Climate Regulation	11
2.8 Water Quality Regulation	11
2.9 Net Primary Productivity	11
2.10 Pollination	12
2.11 Biodiversity	12
2.12 Overall Status	12
2.13 Summary	13
Chapter 3 Sustainability: Definitions and Challenges	13
3.1 Definitions	13
3.2 Nature of Environmental Problems	13
3.2.1 Energy-Efficient Lighting	14
3.2.2 Sustainable Transportation	14
3.3 Nature of the Sustainability Challenge	14
3.3.1 Need for Sustainable Engineering	14
3.3.2 Wicked Nature of Sustainability	15
3.4 Requirements for Sustainability	15
3.5 Approaches Toward Sustainable Engineering	16
3.6 Summary	16
Chapter 5 Business and the Environment	16
5.5 Summary	17
Chapter 6 Science, Engineering, and the Environment	18
6.1 The Attitude	18
6.2 The Approach	18

6.2.1 Reductionism	18
6.2.2 Holism	19
6.3 The Outcome	19
6.4 Summary	20
Chapter 7 Society and the Environment	20
7.1 Cultural Narrative	20
7.2 Ecological Literacy	21
7.3 Political Aspects	21
7.4 Ethics, Morals, and Religion	21
7.5 Summary	22
Chapter 8 Goal Definition and Scope	23
Goal Definition and Scope	23
Functional Unit	23
Life Cycle Boundary	23
Summary	24
Chapter 9 Inventory Analysis	24
9.1 Sources of Data	24
9.2 Calculations	25
Allocation	26
9.3 Uncertainty	27
9.4 Summary	28
10.1 Process Network Analysis	29
Characterization Factors	30
Partitioning	31
Displacement	32
No Allocation	33
Chapter 11 Footprint Assessment	35
11.1 Carbon Footprint	35
11.2 Water Footprint	37
11.3 Characteristics of Footprint Methods	39
12 Net Energy Analysis	39
Chapter 15 Life Cycle Impact Assessment	41
15.1 Steps in Life Cycle Impact Assessment	41
15.2 Software for Sustainability Assessment	43
15.3 Summary	43
Chapter 19 Industrial Symbiosis and the Circular Economy	44
19.1 Biomimetic Product Innovation	44
19.2 Industrial Symbiosis	45

19.3 The Circular Economy	45
19.4 Summary	46
Chapter 21 Economic Policies	46
21.1 Internalizing Externalities	46
21.1.1 Non-Market-Based Policies	46
21.1.2 Market-Based Policies	47
Principles of Environmental Taxes	47
Tradable Emissions Permits	47
21.2 Inclusive Wealth	48
21.3 Summary	48
Kap 2, 3, 4, 8, 19, 12, 16 er for prosjektet og ikke veldig relevant til eksamen	48
Kapittel 2 Innovasjon	48
Innovasjon skaper verdi	48
Definisjoner av innovasjon	49
Radikale og inkrementelle innovasjoner	49
Hvor kommer gode ideer fra?	49
Adopsjon og diffusjon av innovasjoner	50
Adopsjon	50
Innovatører - teknologi entusiaster	50
Tidlige brukere - Visionærer	50
Tidlig majoritet - Pragmatikere	50
Sen majoritet - Konservative	50
Etternølerne - skeptikerne	50
Diffusjon	51
De fire hovedelementene i diffusjon av nye teknologi	51
Selve innovasjonen	51
Kommunikasjonskanalen	51
Tidsaspektet	51
Det sosiale systemet	52
Kap 3	52
Kapittel 3 Entreprenørskap og forretningside	52
Fokus på entreprenørskap og oppstartbedrifter	52
Forholdet mellom innovasjon og entreprenørskap	53
Entreprenørskap	53
Ressuser, risiko og "lean" oppstart	53
Den entreprenærielle bevisstheten	54
Forretningssiden	54
Mulighetsstudier	55
Informasjonsinnenting	55

Innholdet i en mulighetsstudie	56
Foretingsmodell	56
Teamet	56
Økonomisk analyse	57
Kapittel 4 Forretings Planlegging	57
Forretningsplanlegging som prosess	57
Forretningsplanlegging som ressursgenerator	57
Forretningsplanlegging som kunnsaksgenerator	58
Kapittel 5 FINANSIERING AV VEKSTBEDRIFTER	58
HVILKE BEDRIFTER HAR BEHOV FOR EKSTERN FINANSIERING?	58
OM ANVENDELSEN AV ULIKE FINANSIERINGSKILDER	59
MER OM ULIKE FINANSIERINGSKILDER FOR VEKSTBEDRIFTER OFFENTLIGE VIRKEMIDLER	59
FORVALTNING AV EIERSKAPET - INVESTORENS STÅSTED	60
FØR INVESTERING	60
ETTER INVESTERINGEN	60
SOSIAL KAPITAL	60
ERFARING SOM ENTREPRENØR/BEDRIFTSLEDER	61
ERFARING I BRANSJEN	61
ERFARING SOM FORRETNINGSUTVIKLER	61
MOTIVATOR	61
Kapittel 8 Teamarbeid	62
Bakgrunn for teamarbeid	62
Team - Hva det er	62
Når teamarbeid egner seg	63
Oppstart av et nytt team	63
Teamkontakt	63
Kommunikasjon i team	64
Beslutningsprosesser i Team	64
Ledelse i Team og ledelse av organisasjoner	65
Kapittel 10 Markedsføring og verdiskaping	65
Verdiskaping	65
Markedsføringens rolle i verdiskaping	65
Verdiskaping uten salgsinntekter	65
Konkurransefortrinn	66
Situasjonsanalyse - Intern analyse, verdikonfigurasjoner	66
Verdikjede	66
Verdiverksted	66
Verdinettnettverk	67

Situasjonsanalyse - Ekstern analyse	67
Pestel - Markoanalyse	67
Porter 5 konkurransekrefter - Bransjeanalyse	68
Kapittel 12 Markedssegmentering og markedsstrategi	68
Markedssegmentering	68
Segmenteringskriterier	68
Forbrukermarkedet	68
Valg av segmenter	68
Personas	69
Bedriftsmarkedet	69
Markedsstrategi - De fire P-ene	69
Produkt og tjenestebegrepet	69
Pris	70
Plass - Distribusjon	70
Kapittel 13 Mikroøkonomi og markedsformer	70
Etterspørsel	70
Inntekt og marginalinntekt	70
Etterspørsellastisitet (ϵ)	71
Kostnader	71
ULIKE MARKEDSFORMER	72
MARKEDER MED FRI KONKURRANSE	73
MONOPOL OG DØDVEKTSTAP	73
Kapittel 14 Regnskapsanalyse og økonomistyring	74
INTERNREGNSKAPET	74
KALKYLER	75
KALKYLE ETTER SELVKOSTMETODEN	75
Kalkulerte faste kostnader	75
Selvkostkalkyle i handelsbedrifter	75
Utrekning av tilleggssatser	76
Kalkyle med selvkost	76
Kalkyle med avanse	77
Bruk av bruttofortjeneste	78
SELVKOSTKALKYLER I PRODUKSJONSBEDRIFTER	78
KALKYLE ETTER BIDRAGSMETODEN	79
DEKNINGSBIDRAG	79
DEKNINGSGRAD	79
BIDRAGSKALKYLE I EN HANDELSBEDRIFT	79
Kapittel 15 Investerings analyse	80
INVESTERINGER	80

NÅVERDIBEREGNINGER	80
REGNEREGLER NÅR KONTANTSTRØMMER ER GEOMETRISKE REKKER	81
INTERNRENTEBEREGNING OG BRUK AV INTERNRENTEN	83
RISIKOANALYSE	84
RISIKO OG AVKASTNING	85
MÅL PÅ RISIKO	85
KVALITATIVE METODER FOR EVALUERING AV INVESTERINGER	85
STRATEGI SAMSVAR	86
RESSURSUTNYTTELSE	86
INVESTERINGSPORTEFØLJER	86
FORVENTNING, VARIANS OG STANDARDAVVIK MED ET ENDELIG ANTALL MULIGE UTFALL	87
NORMALFORDELING	89
KOVARIANS OG KORRELASJONSKOEFFISIENT	90
Kapittel 16 Om teknologisk utvikling og innovasjon	92
Drift eller utvikling eller begge deler samtidig?	92
Utnyttelse og utforskning	92
Individets opplevelse av utnyttelse versus utforskning	93
Klassifisering av innovasjoner	93
Radikale innovasjon destruktive side	93
Bedriftsorganisering for å oppnå ulike typer innovasjoner	94
Å jobbe med inkrementelle innovasjoner	94
Å jobbe med radikale innovasjoner	94
Forretningsutvikling	94
Internt eller eksternt fokus og dets betydning for forretningsutvikling	95
Teknologisk utvikling i sammenvevde nettverk	95
Formler Økonomi	96

Chapter 1 The basis of Human Well-being

1.1 Trends in Human Development

One indication of the success of the human race is the growth in our population. Current estimates are that the global population will continue to grow during this century and will increase from the current 7.2 billion to between 9.6 and 12.3 billion by 2100. Another popular measure of societal well-being commonly used by economists is gross domestic product (GDP). It is the monetary value of all goods and services produced. Other more advanced indicators are the human development index with combined factors such as health and education with income. People are living longer and are healthier as indicated by the increase in average life expectancy at birth from 48 in 1955 to 65 in 1995 and 71 in 2010. By 2025 it is expected that no country will have a life expectancy of less than 50 years. Child mortality rate has almost halved since 1990 as well. In terms of extreme poverty, 1.22 billion people live on less than \$1.25 per day, down from 1.91 billion in 1990 and 1.94 billion in 1981.

1.2 What Does Human Well-Being Depend On?

The constituents of human well-being include material needs, health and education, opportunity, community, and security. Broadly speaking, human activities and well-being depend on the following three categories of goods and services:

- Economic goods and services include things like equipment energy, supply, market for products, industrial waste treatment, food and transportation. These have monetary value and are traded in markets, which means that people pay money to obtain them.
- Societal goods and services include labor, educational institutions, intellectual capital, legal system, government and culture. These involve individuals or groups of people. Some societal goods and services, such as labor, have monetary value while others do not.
- Ecological goods and services come directly from nature and include minerals, water, air, sunlight, biomass, ocean and river currents, wind, pollination, soil formation, carbon sequestration, and disease regulation. These are usually considered to have no monetary value since they are not traded in markets. There is no monetary transaction with nature since we do not pay trees for the oxygen they provide or the earth for the crude oil we take from it.

But are the categories the triple bottom line or triple values as these categories are called equal. Without goods and services from society and nature, economic activities are not possible. Social well-being requires goods and services from nature because the people that constitute society need natural amenities, but neither societal or economic activities are possible without ecosystem goods and services. Thus ecosystem goods and services are the foundation for economic and societal goods and services. But humans are good at innovation, so we should never count out the possibility of finding a way to rely less on the ecosystem.

1.3 Ecosystem Goods and Services

Ecosystem goods and services are the benefits that humans derive from nature. They are the flows derived from natural capital, and provide the foundation for all human activities.

The large variety of goods and services provided by nature may be categorized as described below:

- Provisioning services are products from ecosystems such as food, fresh water, fuel, ornamental resources, genetic resources, biochemicals, and pharmaceuticals. These are most familiar owing to their direct role in human activities.
- Regulation and maintenance services are benefits from the maintenance of ecological processes by the regulation of air quality, water quality, climate, soil fertility, pests, and diseases.
- Cultural services are the non-material benefits that people get from nature in the form of spiritual and religious values, cultural diversity, educational values, aesthetic values, sense of place, social relations, and recreation and ecotourism.

These services play a critical role in enabling and enhancing human well-being.

1.4 What about Saving the Planet?

So far, our primary focus in this chapter has been on human well-being. This may come as a surprise to you if you were thinking that sustainability is about “saving the planet.” This is a common rhetoric that is often heard. However, “saving the planet” is not the goal of sustainable engineering and other efforts toward sustainable development. Even those who talk about saving the planet usually focus on human well-being. They say that the planet does not need to be saved. It has sustained itself for billions of years, despite dramatic changes, and will most likely continue to do so for many more millennia. Sustainability is ultimately about human beings and our well-being, not just in the short run, but in the long run as well. As we have learned in this chapter, human well-being is strongly dependent on healthy ecosystems, so sustaining ourselves does require saving the planet.

1.5 Summary

Human well-being has improved over the last several centuries, as indicated by enhanced indicators such as population, GDP, and the HDI. This improvement is due to our ability to utilize goods and services from economic, societal and ecological systems. Among these three, ecosystems are most important since they are needed to support the economy and society. Goods and services from nature are categorized as provisioning, regulating, and cultural. Despite various efforts, it

has not been possible to generate them by artificial systems. Thus, the availability of healthy ecosystems is essential for sustaining the well-being of current and future generations.

Chapter 2 Status of Ecosystem Goods and Services

2.1 Fuels

Until the Industrial Revolution, the main fuel used by humanity was biomass. This changed dramatically in the last 200 years owing to the dominance of fossil fuels. These fuels are important ecosystem goods, produced from ancient biomass that was buried and transformed by planetary processes in an oxygen-starved reducing environment. The resulting products of coal, natural gas, and crude oil are highly concentrated hydrocarbons and carbon that have a high fuel value and can be transformed quite easily into many other products. These fuels are nonrenewable because their rate of extraction is much greater than their rate of production. Thus, the consumption of nonrenewable resources must result in their depletion over time.

2.2 Materials

The total use for most resources has been increasing, while the per capita use of many resources has been declining. This decline could be due to resource constraints such as the resource being past the peak. Like fossil fuels, any resource that is used in a nonrenewable manner, with a rate of use larger than the rate of replenishment, will show peaks on a production graph. We have synthesized over 50,000 new molecules in the last few decades. Their introduction into ecosystems, even in small quantities, can cause significant harm because ecosystems would have never encountered them before, and may be unable to benefit from or neutralize their presence. Examples include pesticides, heavy metals, and refrigerants. Another category of materials that is ubiquitous in modern life is plastics. While these waste materials may be aesthetically undesirable to humans, they also hurt marine life by entering the food chain and accumulating in species at the top of the food chain, such as birds and other marine species.

2.3 Water

With increasing population, consumption, and development, the human withdrawal of fresh water has also increased. One of the consequences of this high water use is increasing water stress in many parts of the world. Such stress levels indicate high or extremely high vulnerability to disruptions in water availability, and the potential for human conflict. Satisfying the human demand for freshwater has also resulted in severe ecological disruption in most major rivers of the world. Dams hold back over 6500 km³ of water, which is about 15 percent of the annual river runoff in the world. Generating electricity, enabling irrigation, and controlling floods are

positive impacts of dams. However, they also cause ecological deterioration due to habitat destruction and the disruption of animal migration patterns.

2.4 Food

Food is an important provisioning service provided by agroecosystems. Despite the increase in human population, there is enough food available for everyone on the planet. While production has continued to increase, the supply quantity in terms of cereals available per person per year has decreased in the last two decades, however. A smaller supply per capita increases price volatility and vulnerability to scarcities. So far, scarcities have been due to challenges in food distribution or purchasing power, not due to inadequate production. The impressive increase in food production in the last few decades has been enabled not only by using more land for agriculture, but also by intensifying agricultural activities to increase the yield per hectare of land. This intensification was the result of “green revolution” technologies of the 1970s, which included hybrid high-yield crop varieties and extensive reliance on irrigation, artificial fertilizers, and pesticides.

2.5 Soil

Soil plays an essential role in food production and in the biogeochemical cycles of carbon, nitrogen, and phosphorus. Human activities move large quantities of earth by construction, urbanization, and agriculture. It is estimated that the amount of earth moved intentionally and unintentionally by human activities over the last 5000 years could build a 4000 m mountain range 100 km long and 40 km wide. Most of this earth movement has happened in the last several decades. The unintended movement of soil is usually due to negative impacts of intensive farming. Erosion rates in the central USA exceed 2000 m/Myr (Myr = million years), while on the Loess plateau in China they are 10,000 m/Myr. Natural rates of soil production are estimated to be between 50 to 200 m/Myr and the rate of soil loss in the USA before European contact is estimated to have been 21 m/Myr. Across the world, soils are severely degraded in many regions.

2.6 Air Quality Regulation

Ecosystems are able to regulate air quality by transporting, absorbing, and mitigating all kinds of emissions. An emission becomes a pollutant when its concentration exceeds nature’s capacity to use or capture it. One major impact of fossil fuel use has been the emission of sulfur and nitrogen oxides in quantities that overwhelm nature’s ability to regulate air quality. Emissions in Europe and North America peaked in the 1970s. This happened because of strict regulations driven by public pressure, the greater use of oil and natural gas instead of coal, and the shift of manufacturing to other countries, mainly China. However, emissions have been increasing in developing countries, particularly China and India. It is also interesting to note that emissions from international shipping have also been increasing and are larger than those from Europe.

The impact of such emissions is well documented. It includes acidification that affects the productivity of lakes and forests and destroys ancient monuments such as St. Paul's Cathedral in London, the Acropolis in Athens, and the Taj Mahal in Agra. At its worst, these emissions have killed entire forests, and there have even been incidents of birds falling from the sky due to the pollution.

2.7 Climate Regulation

Recent data show that the concentration of CO₂ has exceeded 400 ppm, which is about 40 percent more than the highest concentration in the last 800,000 years. This trend implies that emission of carbon dioxide greatly exceeds the capacity of nature to capture it through processes such as photosynthesis. For methane, the current concentration is much more than double the highest concentration in almost one million years, while the concentration of nitrous oxide has increased by about 14 percent. These concentrations are in “uncharted territory” and most scientific studies conclude that anthropogenic emissions of greenhouse gasses are exceeding nature's capacity to regulate Earth's climate in the way it has been regulated over many millennia.

2.8 Water Quality Regulation

Ecosystems such as wetlands, rivers, and lakes have a natural ability to regulate water quality. Wetlands have been called nature's kidneys owing to their ability to remove a diverse array of pollutants from water. They also provide many other services, including flood regulation, carbon sequestration, and food provisioning. However, wetlands are being lost all over the world. In the USA, most wetland loss happened between 1950 and 1970. In addition to such direct loss of the habitat that provides the water quality regulation ecosystem service, other activities are also contributing to the degradation of this ecosystem service.

2.9 Net Primary Productivity

Life on Earth is possible because of the ability of plants to convert sunlight into biomass. The net primary productivity (NPP) is the amount of carbon fixed by plants per year. With increasing population and per capita consumption, people have been appropriating a larger fraction of the planet's NPP. This is being done by transforming the Earth's surface for our use through agriculture and urbanization. It includes increasing the dependence of food on primary productivity by intensive animal farming, which involves using grains as animal feed, and by appropriating other biomass such as wood. In the previous century, it is estimated that human appropriation of net primary productivity increased from 6.9 Gt carbon per year (Gt C/yr) in 1910 to 14.8 Gt C/yr in 2005, that is from 13 percent to 25 percent of the potential NPP of the planet. This is a substantial impact of one species on the planet. With increasing population and economic growth, it can be seen how human appropriation of NPP will grow, particularly since the NPP on Earth has an upper limit due to a limit on the amount of sunlight incident on Earth, which limits the amount of primary production.

2.10 Pollination

Animal pollinators such as bees, butterflies, birds, and bats provide a service that enhances the production and nutritional content of foods such as almonds, apples, oranges, cucumbers, pumpkin, rapeseed, soybean, alfalfa, and cotton. The global economic value provided by insect pollinators is estimated to have been over \$215 billion in 2005, representing 9.5 percent of the global value of agricultural production. Insects are estimated to pollinate about 75 percent of crop species and up to 94 percent of wild flowering plants. Most of the staple crops like rice and wheat rely on wind pollination, but foods that provide essential micronutrients such as vitamins are insect-pollinated. Beans are one such crop that provide essential nutrients and calories, particularly in the developing world. Reasons for the decline in pollinators include land-use intensification, climate change, alien species, and pests and pathogens. Land-use intensification includes large-scale factory farming which destroys or fragments natural habitats. In addition, systemic pesticides such as neonicotinoids that spread throughout the plant tissue, including nectar and pollen, have been shown to confuse bees by impairing their brain function and reducing their foraging performance.

2.11 Biodiversity

The diversity of life on Earth is essential for maintaining its resilience and its ability to provide goods and services. The planet has experienced five mass extinctions so far, and according to biologists we are in the middle of a sixth such event. The previous such event was the disappearance of dinosaurs 65 million years ago. The current rate of species extinctions is estimated to be up to 1000 times greater than the natural rate.

2.12 Overall Status

The impact of human activities on the planet is already so large that many Earth scientists consider the present to belong to a new geological epoch. Epochs are periods in the Earth's history whose distinct signature can be detected from rock formations, ice cores, and tree rings. The Holocene epoch began about 12,000 years ago at the end of the ice age. Over the last few centuries, the planetary impact of human activities has become so dominant that it is leaving a unique signature that will be seen in geological records, just as the end of the ice age can be seen as a threshold change. This new epoch is being called the Anthropocene, or the "age of man". Humanity has certainly never experienced such an epoch, which means that we are most likely in "uncharted waters." Thus, the Earth system may behave in unpredictable ways that are very different from what we have come to expect and know over the last few millennia.

2.13 Summary

In this chapter we learned about the status of goods and services that nature provides. We considered goods such as water, fuels, and materials, and services such as the regulation of air and water quality and climate, pollination, and net primary productivity. The overall conclusion is that a large number of essential ecosystem services are degraded or declining. The primary reason behind this trend is the pressure imposed by human activities. We learned in Chapter 1 that goods and services from nature form the foundation of human well-being. Therefore, their deterioration raises doubts about the sustainability of human activities and the well-being of current and future generations.

Chapter 3 Sustainability: Definitions and Challenges

3.1 Definitions

Sustainable development ensures that humanity meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.

- Sustainability is anthropocentric: its focus is primarily on human well-being.
- Sustainable development is about the present and the future: it emphasizes the short- and long-term aspects of satisfying human needs.
- Nature plays an essential role in sustaining human activities.
- Limits on the sustainability of human activities are imposed by the ability of ecosystems to provide resources and absorb impacts.

3.2 Nature of Environmental Problems

Human adaptation and ingenuity in exploiting new resources and developing more efficient technologies has been able to overcome challenges posed by ecological degradation and resource depletion. Science and engineering have played a critical role in such developments, so it is natural to wonder if, given the huge global spending on science and engineering, we will not be able to develop new technologies to overcome any problems we face in the future? Isn't technology development adequate for achieving sustainability? No one knows what the future holds, but the human experience of the last several centuries and scientific knowledge provide useful insight into this question. Let us now consider some experiences of technological efforts to address environmental challenges.

3.2.1 Energy-Efficient Lighting

The use of artificial lighting plays an essential role in our well-being. Over the last few centuries, many innovations have resulted in increasingly efficient technology for providing artificial light. Scientists and engineers have played an essential role in these efficiency improvements. They usually assume that higher efficiency is better for the environment since consuming less energy for accomplishing the same task will result in greater energy saving and a smaller environmental impact. Today, artificial lighting consumes 0.72 percent of global gross domestic product but uses 6.5 percent of global energy. This economic rebound is also called the Jevons paradox, owing to the English economist's observation in 1865 that technological advances that improved the efficiency of coal use encouraged more use of coal. This experience with lighting shows that even though technology may become more efficient and have a smaller impact per unit, the overall impact may not decrease. In fact, greater efficiency per unit often encourages consumption since the more efficient technology usually costs less per unit of service delivered. Thus, environmental impact can shift from the domain of engineering to the domain of behavior and economics, since the benefits of engineering innovation can be negated by human behavior and the economics of increasing demand with lower cost.

3.2.2 Sustainable Transportation

Today, transportation is a major source of greenhouse gas emissions. Fossil resources, primarily crude oil, are the main sources of transportation fuels today. Since we are withdrawing them from the earth at a rate greater than their rate of replenishment. These fuels are declining, and their use cannot be sustained forever. In addition, fossil fuels are largely responsible for the increasing concentration of greenhouse gasses in the Earth's atmosphere, and they tend to be associated with geopolitical challenges and stress. Many countries have policies encouraging or requiring the use of biofuels for transportation, and development of the relevant technologies is an active area of research and corporate interest. A common argument made in favor of biofuels is that they are environmentally superior to fossil fuels and can address many of its negative impacts, such as the emission of greenhouse gasses. This experience of unintended consequences from well-intentioned transportation technologies and policies highlights the challenges in developing sustainable solutions. Many other efforts to reduce environmental impact have also resulted in unintended consequences.

3.3 Nature of the Sustainability Challenge

3.3.1 Need for Sustainable Engineering

Human activities were a relatively small fraction of activities on the planet, and the biosphere occupied most of the planet. Thus the production of economic goods and services was relatively

small, while that of ecosystem goods and services was quite large. In the world of today, the footprint of human activities is much larger than in the past. The production of economic goods and services has grown significantly, while that of ecosystem goods and services has declined. The biosphere is under much more stress and is already encountering some fundamental limits. This is indicated by the degradation of ecosystems, which are exceeding their capacity at local, regional, and global scales. With the increasing impact of human activities, resistance to change, and reluctance to learn from scientific insight, ecosystems may not get enough time to recover and, if this happens at a large enough scale, it could indeed have catastrophic global consequences. Technology can certainly provide solutions, as it has for many centuries. Thus, engineering needs to play a central role in sustainable development. Many modern technologies and manufacturing processes are nearing this limit, leaving little room for further improvement. In addition, the use and impact of technology depend on the number and behavior of users and the per capita consumption of the technology. Meeting such challenges requires engineering and ingenuity that truly solve problems as opposed to just shifting them to another domain. It also requires deep insight into the dependence and impact of human activities on nature, and approaches that create synergistic harmonies between natural and human systems.

3.3.2 Wicked Nature of Sustainability

There is a huge importance of considering temporal, spatial, and disciplinary aspects, and interactions with ecological and economic systems, in decisions for sustainable development. Of course, products also need to be profitable and socially acceptable. However, even after considering these and other such issues, it is usually not possible to know for sure whether the system being considered is truly sustainable. Sustainable development, in contrast, does not possess these traits, and belongs to the class of “wicked” problems. For example, the end goal of sustainability is not clear and depends on the person or entity defining the problem: a person who values profit may be more willing to compromise on environmental quality and social equity. This explains why there are so many definitions of sustainability, each one being legitimate from the definer’s point of view. Also, there is no definition of sustainability that can be stated in a rigorous mathematical manner, owing to the complex and multidisciplinary nature of the challenge.

3.4 Requirements for Sustainability

For a system to be sustainable, it must

- operate within ecological limits.
- be acceptable in society; and
- contribute to economic prosperity.

These ecological, societal, and economic requirements are the triple values mentioned earlier since they go beyond the conventional single economic bottom line or value of business decisions. Efforts to satisfy these sustainability requirements need to ensure that they do not result in a shifting of the environmental problem, to cause unintended harm and create unexpected surprises. Perhaps the greatest challenge facing the adoption of systems thinking is

inadequate familiarity and appreciation among the reductionist thinkers who have dominated modern science, perhaps because of the relatively recent emergence of systems science as compared to reductionist science. Courses related to systems thinking and sustainability are still not required or even available in all curricula. Systems thinking also requires knowledge and collaboration across disciplines, which requires the overcoming of traditional disciplinary barriers.

3.5 Approaches Toward Sustainable Engineering

- Enhance efficiency
- Use renewable resources
- Emulate nature
- Adaptive management.

3.6 Summary

Many definitions of sustainable development have been proposed. All of them consider present and future generations, the limit of ecological systems to absorb human impact, and the importance of economic, environmental, and societal aspects. However, defining sustainability in a way that can be used to make decisions has been difficult owing to the wicked nature of this problem. Previous efforts to reduce environmental impact have shown that impacts can shift across temporal, spatial, and disciplinary boundaries and between types of flows. Because of these characteristics, meeting the sustainability challenge is not possible by means of a single existing discipline, but requires a new discipline, which is emerging under the name of sustainable engineering. Among various approaches that may help in achieving sustainability are enhancing efficiency, emulating nature, and adaptively managing complex human–nature interactions.

Chapter 5 Business and the Environment

There are a number of fundamental advances needed to realize this vision and to align both policy makers and enterprise sustainability leaders around a common view of sustainability:

- Adopting systems thinking. Business strategy needs to consider present and future value creation through a holistic lens that embraces different stakeholder perspectives, from global to local. Systems thinking will identify business innovations that lead to a low-carbon, zero-waste, resilient, and equitable economy in which economic growth is decoupled from resource extraction.
- Measuring human well-being. Businesses and government agencies alike need to move beyond GDP and adopt a new paradigm based on “comprehensive wealth,” including

economic, social, and natural resource assets, in order to clarify the value proposition for sustainability initiatives.

- Extending ethical frameworks. Principles of ethical business conduct need to evolve in order to keep pace with social and technological change, and to address human rights issues such as diversity, human dignity, gender equality, access to clean water, and availability of medical care.
- Earning stakeholder trust. The business community needs to be viewed by regulators and the public as a constructive force for positive impact and to be trusted to address sustainability issues that are material to the prosperity and well-being of both business and society.
- Embracing transformational change. Innovative companies can work toward building investor confidence and stakeholder acceptance for disruptive technologies and regenerative business models (e.g., renewable energy, distributed manufacturing) that help to improve human well-being, protect natural capital, and increase supply chain resilience.
- Data-driven decision making. Analysts can utilize big data analytics, including massive data acquisition and predictive modeling tools, to help identify investments and business decisions that promise “shared value” in terms of positive impacts for both shareholders and society.
- Collaborating at scale. To drive meaningful progress in key focus areas (e.g., food, energy, water), the private sector can engage supply chain partners, communities, and non-governmental organizations (NGOs), while existing forums can be consolidated to develop multi-stakeholder alignment around shared goals.
- Enabling public policy solutions. Public–private partnerships can help to design effective policies and regulations, and government agencies can expand their role by convening stakeholder dialogues, adopting systems thinking, and striving for global harmonization; for example, by establishing commodity prices that reflect the true value of natural resources.
- Influencing consumer behavior. Businesses can develop improved communication tools and appropriate metrics to influence consumer perceptions and motivate sustainable choices.
- Extreme transparency. Sustainability-related communication and reporting can evolve toward the disclosure and investigation of issues that are material to both businesses and their stakeholders, including projected outcomes of current global trends and potential interventions.
- Educating the next generation. The business community can collaborate with universities to design curricula that integrate sustainability, and systems thinking sustainability into science, engineering, business, and humanities education for future customers and employees.

5.5 Summary

Over the last century, environmental protection by businesses has moved from being unnecessary, to a necessary evil, to a source of business advantage. Businesses have

gradually moved away from their earlier confrontational attitude to an attitude in which efforts toward environmental protection are ways of discovering win–win solutions through innovation, retaining the license to operate, and attracting the best talent. Today, industry is increasingly active in reducing its environmental impact to enhance sustainability of its activities. Many of the techniques described in this book are actively used by many corporations. However, to make meaningful progress toward sustainability, in addition to continuing and growing corporate efforts societal pressure and governmental involvement are also needed.

Chapter 6 Science, Engineering, and the Environment

6.1 The Attitude

The aim of science is to understand the natural world, while that of engineering is to use this understanding to develop solutions for satisfying human needs. Thus, as conveyed by the quote at the beginning of this chapter, science understands or discovers what is already there and engineering innovates or invents new ideas and technologies that may never have existed before. Most scientists and engineers have for decades ignored nature and take it for granted as being limitless and free. In addition to taking nature for granted, scientists, engineers, and society at large also often assume that technology can always be developed to solve problems, including the problem of deteriorating ecosystems. Without any doubt, science and engineering have been amazingly successful at developing all kinds of technologies to address the depletion of various resources, and to enable their efficient use. Most ecosystem goods and services cannot be substituted at all or in any reasonable manner by means of technology. These include fundamental ecological processes that sustain our well-being. Therefore, finding technological solutions to replace degraded ecosystems and the services that they provide seems highly unlikely. With the increasing impact of human activities, the fallacy of the attitude of taking nature for granted and as an infinite source and sink is slowly becoming clear to many. Gradually, the attitude of science and engineering is moving from “nature the adversary” to “nature the mentor.” This transformation poses many challenges and opportunities, and is giving rise to unique approaches for sustainable engineering.

6.2 The Approach

6.2.1 Reductionism

Many advances in science have arisen because researchers have specialized their studies to consider smaller and smaller components of a system, understanding individual components and then manipulating them to affect the larger system. This philosophy of scientific reductionism is pursued with the expectation that the behavior of things can be explained by

knowing how their constitutive components behave and interact. However, such thinking also encourages extremely narrow specialization, and a lack of the ability to see the “big picture” that is required for reducing the chance of unintended consequences, and for satisfying the requirements for sustainability. The limits of reductionism are most apparent for systems that demonstrate properties such as nonlinearity, complexity, and emergence. These are systems where the “whole is greater than the sum of the parts.” Examples of such systems include the national or global economy, ecological systems such as a tropical rainforest, and behavior of groups such as crowds of people or swarms of birds. Many such systems possess so many parts that knowing all the parts and understanding them in a manner that permits the modeling of macroscopic behavior is impossible.

6.2.2 Holism

To address the shortcomings of reductionist thinking, the last few decades have witnessed the growth of systems thinking, which focuses on the whole by understanding the interaction and links between its components. Such holistic thinking is represented in engineering by approaches used to design and operate manufacturing processes. Here, for proper design and operation, it is necessary not just to understand and design individual equipment, but also to account for its interaction with other equipment so that the manufacturing process produces products while meeting multiple goals such as quality, safety, and profitability. Holistic approach accounts for the presence of recycle loops that permit reuse of the reactants, and such an approach may prefer operation with lower conversion. A holistic approach will consider the performance of the entire building and also consider the role of the surroundings such as local trees, wetlands, and other ecological components in improving heating and cooling efficiency, air quality, and well-being of the building occupants. Similarly, a holistic approach for new product development would consider the broader implications of the product, such as its environmental impact, social acceptance, and ability to satisfy human needs, in addition to its ability to make money for the company. An important advantage of holistic approaches is their ability to identify emergent properties or behavior. Emergent properties cannot be determined just by understanding the behavior of individual components.

6.3 The Outcome

The attitude of science and engineering, of taking nature for granted and wanting to dominate it, combined with an approach based on a narrow reductionist perspective, has resulted in many outcomes that are unsustainable. The rise and fall of many reductionist technologies tends to involve the following steps, as articulated by Lovins:

- Scientific and technical challenges attract scientists to explore and develop the technology. With research effort and government funding, the ability of the technology to solve a problem is demonstrated in the laboratory. Once the technology attracts venture capital, large government grants, and promoters, the promoters promise its societal benefits and often shield the technology from dissent and independent assessment.

- As people find out more about the technology, questions are raised. Public relations efforts attempt to deflect these questions.
- As the negative side-effects become better known or as more questions are raised, public relations efforts become ineffective and are replaced by efforts to hide the use of the technology.
- Either alternatives are developed or people realize the benefits of earlier technologies and prefer them. The new technology becomes economically infeasible or gets regulated, causing it to gradually fade away. However, its negative side-effects linger in the environment and society, while the positive benefits, usually in the form of greater wealth, accrue to a few. This may even result in a tragedy of the commons such as the ozone hole due to chlorofluorocarbons.

6.4 Summary

Science and engineering have played a critical role in meeting human needs but have also been contributors to unsustainable activities. The attitude of being better than nature and ignoring it, combined with the approach of reductionism, are key factors that have contributed to unsustainable technological developments. The lack of sustainability has often come as an unexpected surprise in seemingly promising developments. This understanding is now being used to develop methods that seek harmony with nature and attempt to prevent unintended harm by integrating reductionist and holistic science and considering interactions with systems beyond the conventional boundaries of science and engineering.

Chapter 7 Society and the Environment

7.1 Cultural Narrative

A cultural narrative describes the attitude and behavior of a group of people. It can have a large effect on sustainability since it determines society's impact on the environment and its willingness to accept and respond to these impacts. Today, the dominant cultural narrative across the world revolves around economic growth and consumption of material goods, without being too concerned about the negative side-effects of these activities. The lack of full monetary accounting that includes the total external social cost in prices reflects societal preference to consider the environment as an unlimited source and sink, and to value the present more than the future even for critical and degraded ecosystem services. Despite the large knowledge base of science, awareness and appreciation about the role of ecosystems is still highly limited. Over the last few centuries, virtually every academic discipline and most activities of modern humans have taken nature for granted. Owing to engineering's success in dominating and controlling nature, many individuals tend to be techno-optimists: they expect that technology will be able to solve the problems associated with the unsustainability of human activities. However, as we have seen in previous chapters, technology is not likely to provide a solution by itself, and, rather than dominating nature, working with it is likely to be better for human, societal, and

environmental well-being. However, modern society does not seem to know how to work with nature instead of against it. For successful transformation toward sustainable development, the cultural narrative needs to change toward one in which harmony between human activities and the environment is of paramount importance. While such a change is certainly formidable, society has indeed undergone large shifts in its cultural narrative.

7.2 Ecological Literacy

Scientific knowledge about nature has increased by leaps and bounds, but this knowledge is restricted to specialists. In the general public many studies indicate that ecological literacy, measured by metrics such as knowledge about species in their own backyards, is declining. There have been observations and surveys done to see the effect of humans on nature as a whole. These observations and surveys indicate that the human–nature gap has been widening. This gap contributes to unsustainability since, if individuals and societies take nature for granted and do not appreciate its essential role in supporting human well-being, then efforts to protect nature, especially in a proactive manner, are more likely to be resisted. Efforts initiated after realizing the effects of ecological degradation, as was done with the ozone hole, are often too late since reversing damage is much more difficult than preventing it.

7.3 Political Aspects

Like any change, societal transformation toward sustainability will result in winners and losers. If, in a society, a large fraction of wealth and power are concentrated among those who benefit from maintaining the status quo, then bringing about change away from the status quo can be very difficult, even when it may be beneficial to society at large. This is so because the ample resources of those who wish to prevent change can influence the political system and decision makers. Furthermore, support or opposition to change is often influenced by political ideology and can be a knee-jerk reaction based on the perceived political orientation of those pushing for change. Such reactions may seem irrational, and proper communication is essential for bringing various parts of society together.

7.4 Ethics, Morals, and Religion

Like other disciplines, modern ethics and philosophy have developed while taking nature for granted. Their focus has been on guiding the behavior of people with other people, and not with the natural world. Ethics and moral principles on how to treat nature are relatively recent, and in some cases are being rediscovered from much older literature. Even though all religions teach about protecting the Earth and the environment, this message seems to have been forgotten or is just ignored. In the last few decades, many scholars have thought about how religion contributes to environmental degradation. The following reasons have been identified:

- Anthropocentrism considers humans to be separate from nature and superior to it. This makes it easier to justify actions that destroy nature by human domination.
- Many religions strip nature of any sacrality, thus making way for its exploitation.
- Technological progress has been identified with religious virtue regardless of the environmental impacts of the technology.
- The notion that allows a nonhuman as a relative has been rejected. This is seen in the opposition to the theory of evolution. If nonhuman relatives were accepted, then hurting them would be more difficult to justify.
- Wilderness has been viewed as a cursed land, thus encouraging its domestication. This attitude is seen through concepts such as the Garden of Eden being desirable, as opposed to the unmanaged wilderness.
- The pervasiveness of otherworldliness is due to the belief that the promised land is another world different from the Earth. Thus, degrading the planet seems acceptable since that is not our final and desired destination.

These attitudes were used in the past to justify the eradication of many cultures and eco-friendly attitudes. In older, often Eastern and polytheistic religions, such as Confucianism, Taoism, Buddhism, Hinduism, and Shinto, nature has an important role and is considered to be on an equal footing with human beings. Environmental components such as trees, rivers, mountains, reptiles, birds, and animals are considered to be sacred. In newer, usually monotheistic, religions such as Judaism, Christianity, and Islam, people are considered to be at a higher level than nature, but are still required to be stewards of nature. Unfortunately, these teachings in all religions seem to have little effect on human actions today, and the only global “religion” that the majority follows seems to be that of economic growth. Today, even the most “sacred” components of the environment are heavily polluted, and environmental stewardship has become secondary to rampant consumerism. Fortunately, there are movements among most religions to rediscover their connection with the environment and to encourage their adherents to protect nature.

7.5 Summary

The societal aspects are perhaps the most important in determining the sustainability of human activities. These aspects in fact contribute to unsustainability owing to the present cultural narrative of consumerism, the increasing gap between human and natural systems, political efforts to maintain the status quo by those who fear that sustainable development will hurt their profits, and the inability of morals, ethics, and religion as practiced today to address the relationship of humans with nature.

Chapter 8 Goal Definition and Scope

Goal Definition and Scope

Functional Unit

Understanding and defining the goal of a life cycle study is essential for its proper formulation and execution. For example, the goal in comparing gasoline with ethanol may be to choose between them from the perspective of mobility, while the goal in comparing grocery sacks could be to determine the best way of transporting groceries. After determining such a common functional unit for the comparison, the quantity of each item may be calculated for a fair comparison. Determine an appropriate functional unit for comparing the use of paper, foam, and ceramic cups for drinking hot beverages. The paper and foam cups are used once, while a ceramic mug is typically used 500 times.

Solution

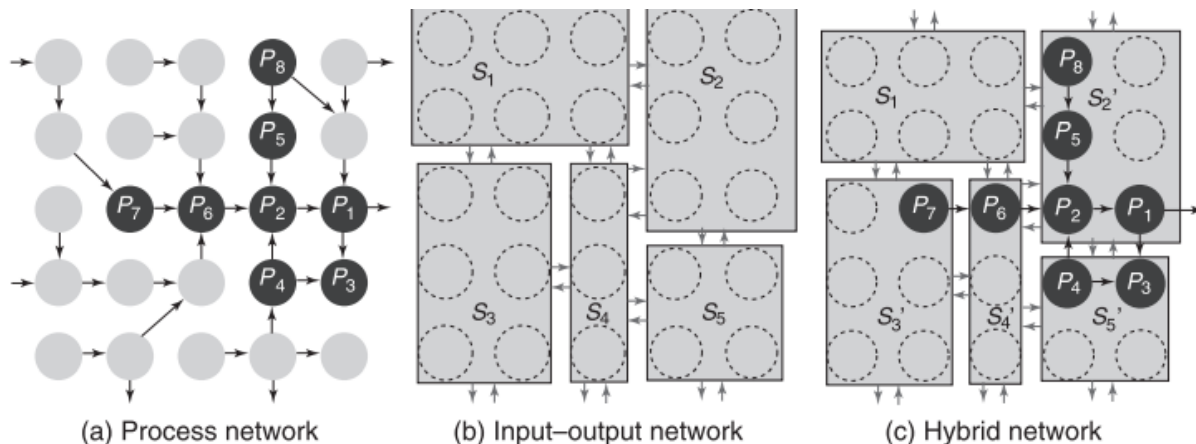
In this problem, the goal is to choose a cup and the function of the cups is to carry a hot beverage. Let the functional unit be one drink in a paper cup. Then the number of foam cups required for the same function is also one, while the number of ceramic mugs required is $1/500$. Thus, for the functional unit of one hot beverage served in a paper cup, we get $1 \text{ paper cup} \equiv 1 \text{ foam cup} \equiv 0.002 \text{ ceramic mug}$. Alternatively, we may choose the functional unit to be 500 drinks in the ceramic mug, which is the typical use of a single such mug. Then, $500 \text{ paper cups} \equiv 500 \text{ foam cups} \equiv 1 \text{ ceramic mug}$.

Life Cycle Boundary

Another decision required for a life cycle study is about the scope of the study as defined by the boundary of the network. Capturing such a large network may not be practically feasible owing to challenges in obtaining data about each process in the network and to the resulting cost and computational intractability. We will consider different ways of approximating the analysis boundary. These approaches are illustrated in Figure 8.3 and described below. Here, the full life cycle without any approximation consists of all the nodes in Figure 8.3a.

- Process network. This approach selects the processes from the life cycle that are considered to be the most important. They are represented by dark circles in Figure 8.3a, and identified as P1 to P8. The rest of the life cycle, denoted by lighter circles, is ignored.
- Input–output network. Here, similar processes are lumped together to result in a finite number of aggregate sectors. As depicted in Figure 8.3b, 25 processes are aggregated into five sectors. For example, the aggregate sectors may be defined by combining all foam product manufacturing processes, all processes that generate electricity, and farming activities that grow any type of grain. Such aggregation makes it easier to define a life cycle boundary while reducing computational challenges in life cycle calculations.

- Hybrid network. This model combines the detailed models of the process network with the completeness of the input–output network, as shown in Figure 8.3c. Here, the input–output model captures the “background” flows for the selected processes P1 to P8, which would otherwise be ignored in a process network model like the one in Figure 8.3a



Summary

In Chapter 3, we learned that methods for assessing sustainability need to account for the demand and supply of ecosystem goods and services, and to consider the possibility of problems shifting across space, time, disciplines, and types of flows. In this chapter we learned about common issues that need to be addressed in all methods for assessing sustainability. These issues include defining the problem’s goal and scope, which includes defining the functional unit and system boundary. These steps are needed for all the methods that will be covered in subsequent chapters.

Chapter 9 Inventory Analysis

9.1 Sources of Data

Calculations with life cycle network models require data about the selected activities and their flows. These data are referred to as the life cycle inventory (LCI). Obtaining data for a large life cycle is a formidable task owing to the diversity of processes and the need for quantifying inputs and outputs of many types of raw materials, fuels, products, byproducts, and wastes. The inventory requires data from diverse areas such as engineering, agriculture, and transportation. Using expertise in each area it is certainly possible to determine inputs and outputs for each process. This could rely on fundamental knowledge and models about the underlying processes, or on practical knowledge about the flows in functioning systems.

9.2 Calculations

Example 9.1

A module P1 for fuel production has an input of 50 L of crude oil to produce 20 L of fuel. It emits 2 kg SO₂ and 10 kg CO₂. A module P2 for electricity generation produces 10 kWh of electricity from 2 L fuel. It emits 0.1 kg SO₂ and 1 kg CO₂. For a network constructed by connecting these modules, determine the life cycle consumption of crude oil and the emissions of CO₂ and SO₂ in generating 1000 kWh electricity.

Solution

The two modules are shown in Figure 9.1. To generate 1000 kWh of electricity, P2 needs to be scaled by a factor of $1000/10 = 100$. This scaled-up module will require 200 L of fuel. To supply this amount of fuel, P1 needs to be scaled by a factor of $200/20 = 10$. The resulting life cycle network is shown in Figure 9.2. As can be seen in this figure, the total consumption of crude oil is 500 L, the emission of SO₂ is 30 kg, and that of CO₂ is 200 kg.

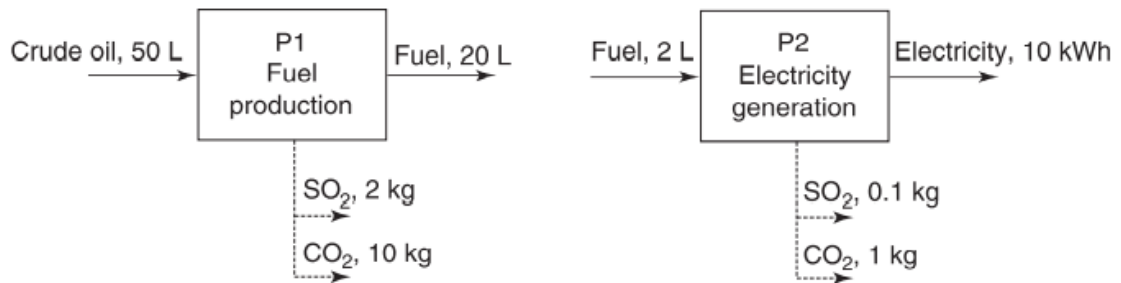


Figure 9.1 Modules for fuel production and electricity generation.

9.2 Calculations

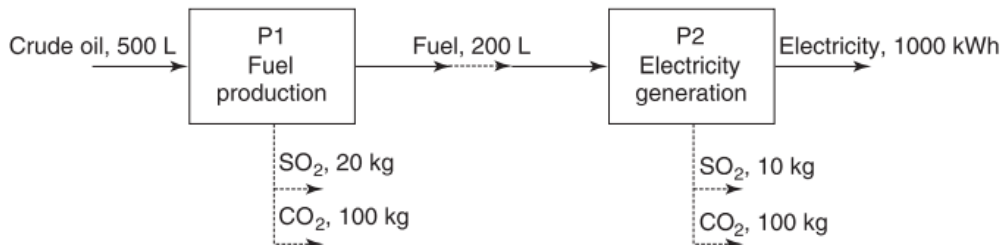


Figure 9.2 Life cycle network for producing 1000 kWh of electricity. The modules in Figure 9.1 were scaled linearly to obtain this network. Module P1 is scaled by a factor of 10 and P2 by a factor of 100.

Example 9.2

Determine the total amount of benzene emitted in the extraction and conversion of natural gas into 500 kWh of electricity.

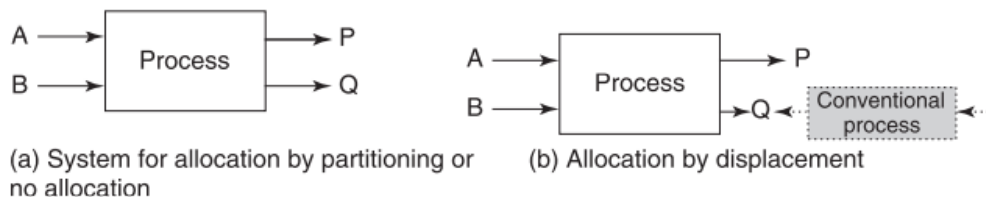
Solution

This problem involves two processes: the extraction of natural gas, and the conversion of natural gas into electricity. The data in Table 9.1 are for the conversion process. They show that 10^{-8} kg of benzene is emitted per kWh of electricity. For the extraction of natural gas, we need similar data. Sources such as the NREL inventory databases contain such data. From this source, we can find the module of “natural gas, at the extraction site.” It shows that benzene emission is 5.31×10^{-6} kg per cubic meter of natural gas extracted. From the conversion module in Table 9.1, generating 500 kWh of electricity emits $500 \text{ kWh} \times 10^{-8} \text{ kg benzene kWh} = 5 \times 10^{-6} \text{ kg benzene}$. The volume of natural gas required to produce 500 kWh electricity is $500 \text{ kWh} \times 0.298 \text{ m}^3 \text{ kWh} = 149 \text{ m}^3 \text{ natural gas}$.

For the extraction module, the benzene emission for 149 m^3 of natural gas is $5.31 \times 10^{-6} \text{ kg benzene m}^3 \times 149 \text{ m}^3 = 7.91 \times 10^{-4} \text{ kg benzene}$. Therefore, the total mass of benzene emitted in the extraction and conversion steps for producing 500 kWh electricity is $5 \times 10^{-6} + 7.91 \times 10^{-4} = 7.96 \times 10^{-4} \text{ kg benzene}$.

Allocation

Consider a process that makes two products and emits 100 kg of CO₂. Each product is used further in other processes. A practical challenge in assessing the CO₂ emission from each product's life cycle is partitioning the 100 kg emission between the two products. Such processes with multiple coproducts are quite common. Consider a process that converts resources A and B into two products, P and Q, as shown in Figure 9.3. Since the products are likely to be used to make other items or will be sold to different buyers, the raw materials and emissions need to be allocated. Consider a process that converts resources A and B into two products, P and Q, as shown in Figure 9.3. Since the products are likely to be used to make other items or will be sold to different buyers, the raw materials and emissions needed.



- Partitioning. This approach splits or partitions the quantity of raw materials and emissions on the basis of a selected feature of the products, such as mass, energy, or monetary value. x is partitioned between the two products as follows:

$$x_P = m_P / m_P + m_Q \cdot x$$

$$x_Q = m_Q / m_P + m_Q \cdot x$$

Here, the allocated quantities x_P and x_Q are determined in proportion to their masses, m_P and m_Q . Other allocation criteria could be monetary value, fuel value, or exergy. This

is the easiest and most common-allocation approach. However, it is also highly subjective, since selecting the partitioning criterion is not easy owing to the high degree of subjectiveness.

- Displacement. Another approach for allocation is based on displacement or system expansion. For example, converting sugarcane into ethanol also produces bagasse, which is commonly converted to electricity. In the displacement approach, this electricity from bagasse is considered to displace the electricity obtained from conventional sources in the region. Then the emissions from these conventional sources for producing the displaced electricity are subtracted from the sugarcane ethanol analysis.
- No allocation. If a process is not fully understood, then all the products from it may not be known. In this case, partitioning or displacement methods cannot be applied. This situation is often encountered in ecological systems. For example, solar energy drives a forest ecosystem, but the products and services provided by this system may not all be known. Another reason behind this approach is that partitioning and displacement implicitly assume that the coproducts can be produced independently, but this may not be possible for many coproducts. Examples include corn and corn stover, the yellow and white portions of an egg, and goods and services from ecosystems.

$$xP = x$$

$$xQ = x$$

9.3 Uncertainty

Sustainability assessment methods combine information from diverse sources, which are bound to be uncertain. Three categories of uncertain information in these methods are:

1. Parametric uncertainty. This is uncertainty in the measured or observed data. It represents the inherent variability over time of the measured variables, sensor noise, and difficulties in measurement.
2. Scenario uncertainty. This represents variability due to the choices made by the modeler. It includes the effect of the allocation method or value judgment used for combining multiple outputs.
3. Model uncertainty. This is uncertainty in mathematical relationships. It includes errors in the development of physical, input–output, or hybrid models, owing to the simplification of complicated relationships, and the extrapolation of models of similar systems.

All methods for uncertainty analysis require information about the uncertainty in the data and the models used in the analysis. This information is used to determine the uncertainty in the calculated quantities. The nature of the analysis approach changes with the availability of uncertainty information, which can be of three types.

- Qualitative information. Often, only qualitative information is available about uncertainty. In this case, methods such as pedigree analysis may be used.

- Quantitative information, but without distributions. In this case, statistical distributions are not available, but the range of variation may be assumed. In such situations, the sensitivity analysis approach is used.
- Quantitative information with distributions. In this case, detailed statistical distributions are available. The approach of Monte Carlo analysis may be used.

Example 9.7

For the fuel production module in Figure 9.1, the crude oil data form an estimate from an industry document that is five years old. The data are from the same geographic region and same process type as that of the study, and represents average data over a year for the primary process being used in the region. Determine values of the pedigree matrix for this flow.

Solution

Based on Table 9.5, we see that for the category of flow reliability, the value is 4 since the data are documented. For temporal correlation, the value is 2 since the data is less than six years old. Continuing in this manner, the pedigree vector for this flow is [4, 2, 1, 4, 1].

The pedigree method results in a matrix of uncertainty indicators for each flow and process in the inventory. These data may be combined as a weighted sum of flows of the same type in each module and their uncertainties, followed by normalization by the total flow:

$$u_{ij} = \frac{\sum_k x_{ik} u_{ijk}}{\sum_k x_{ik}}$$

9.4 Summary

In this chapter we learned about the second step in sustainability assessment: inventory analysis. This step involves obtaining data for all the activities included in the life cycle model. Databases containing such data are available for individual processes and for economic sectors. For activities that produce multiple outputs, emissions and resource use need to be allocated between these outputs. Allocation is a subjective exercise, and we covered methods based on partitioning, displacement, and no allocation. Finally, since data are bound to contain errors, we learned about the pedigree method and sensitivity analysis.

Chapter 10 Mathematical Framework

10.1 Process Network Analysis

In general, life cycle modules contain two types of flows: economic and environmental.

1. Economic flows are generated by human activity and are used in other economic activities or by consumers. Such flows are usually valuable to society and are not discarded directly into the environment. The quantity of these flows consumed by society (not by other economic sectors) is called the final demand.
2. The second type of flow is to or from outside the system boundary. Such flows include direct interaction with the environment, and are inputs from nature and emissions to it. these flows include crude oil from the environment, and emissions of sulfur dioxide and carbon dioxide to the environment

For this illustration, both fuel and electricity can have a final demand since both of these are economic flows that could have uses outside the system boundary. Let f_1 and f_2 represent the final demand of these two flows. For example, the final demand for fuel is zero, while that of electricity is 1000 kWh. Let s_1 and s_2 represent scaling factors or multipliers for the two modules, so that they may be connected. to produce the specified outputs. We can write the following two equations based on the conservation of each economic flow:

$$20s_1 - 2s_2 = f_1 \quad (10.1)$$

$$10s_2 = f_2 \quad (10.2)$$

Equation 10.1 is for fuel and indicates that the quantity of fuel produced is $20s_1$, while the quantity used is $2s_2$, their difference being the final demand. Similarly, Equation 10.2 is the balance for electricity. These equations may be written in matrix notation as

$$\begin{bmatrix} 20 & -2 \\ 0 & 10 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \end{bmatrix}$$

Or

$$As = f$$

The matrix A consists of the flowrates of the economic products from each module, with inputs having a negative sign. Note that A is a matrix of products times processes, that is each row represents a product and each column represents a process. This is the technology matrix. Similar balance equations may also be written for environmental flows:

$$r_{Crude} = -50s_1 \quad (10.5)$$

$$r_{SO_2} = 2s_1 + 0.1s_2 \quad (10.6)$$

$$r_{CO_2} = 10s_1 + s_2 \quad (10.7)$$

Here, r_i represents the total environmental flow of the i th component. Equations 10.5, 10.6, and 10.7 are the material balance equations for crude oil, SO_2 , and CO_2 , respectively. These equations may be represented in matrix notation as

$$\begin{bmatrix} -50 & 0 \\ 2 & 0.1 \\ 10 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{Crude} \\ r_{SO_2} \\ r_{CO_2} \end{bmatrix}$$

Again, the negative sign indicates inputs, and the positive sign indicates outputs. More generally, we can write

$$Bs = r$$

The matrix B is called the intervention matrix, and r is the vector of resource consumption and emissions. For a specific consumption of products in society or final demand f the resource consumption and emissions may be calculated as

$$r = BA^{-1} f$$

Characterization Factors

It is often necessary to convert the environmental flows r into quantities that correspond to environmental impact. As we will learn in subsequent chapters, this conversion is enabled by using characterization factors to convert various physical flows into impact flows. For example, emissions of nitrogen dioxide (NO₂) and sulfur dioxide (SO₂) may be represented in common units of sulfur dioxide equivalents (SO₂eq) to capture the acidification potential of these molecules. This involves multiplying the mass of NO₂ emission by 0.7 kg SO₂eq/kg NO₂. A general equation for such a calculation is

$$h_i = \sum_j \phi_{ij} r_j$$

where ϕ_{ij} is the characterization factor for the *i*th category and *j*th flow. In matrix notation,

$$h = \Phi r$$

The examples we have considered so far in this chapter produce only one product or economic flow from each module. Often, a process gives rise to multiple products simultaneously. For example, generating electricity from coal produces ash and heat along with electricity. Extending network analysis to such systems requires the use of the allocation or displacement methods that we first discussed in Section 9.2. Let us consider a modification of the fuel module in Figure 10.2 that also produces a byproduct along with the fuel, as shown in Figure 10.3. The electricity module is unchanged. These two modules may now be represented by the following equations:

$$20s_1 - 2s_2 = f_1$$

$$5s_1 = f_2$$

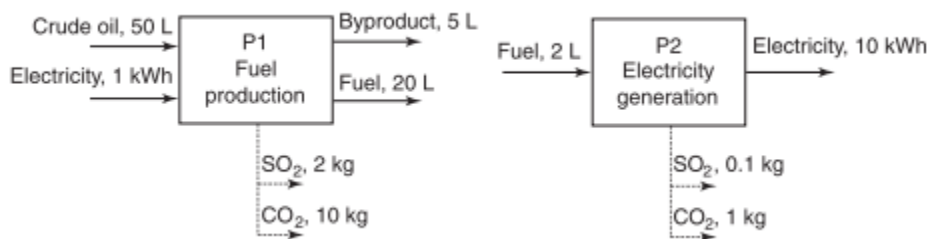
$$-s_1 + 10s_2 = f_3$$

$$\begin{bmatrix} 20 & -2 \\ 5 & 0 \\ -1 & 10 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \end{bmatrix}$$

These equations include a final demand f_2 of the byproduct as the second row. Since the emissions are the same as before, Equation 10.8 remains unchanged. Note that the above equations cannot be solved unambiguously after specifying the final demands since we have three equations and two unknowns. Allocation is needed to resolve this situation.

Partitioning

Allocation by partitioning requires splitting a process with multiple products into multiple processes, each with a single product. This partitioning relies on allocation weights, w_i . Thus, the fuel production process in Figure 10.3 is partitioned as shown in Figure 10.4. Here, we allocate on the basis of the volumes of the two



10.3

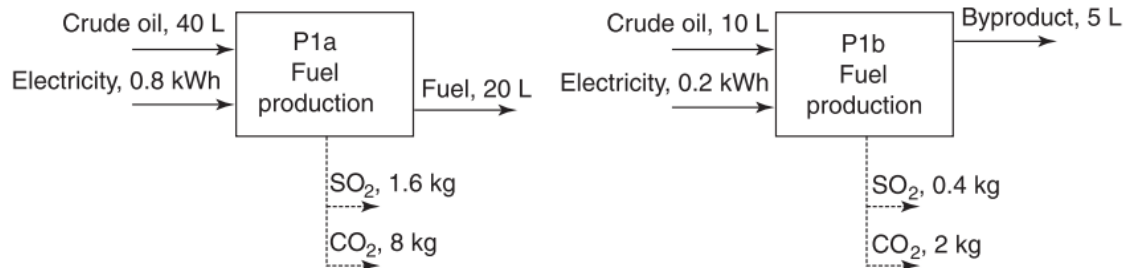


Figure 10.4 Module for fuel production with volume allocation between products.

products, resulting in allocation coefficients $w_{1a} = 20/25 = 0.8$ and $w_{1b} = 5/25 = 0.2$. Now, the balance equations for the processes P1a, P1b, and P2 may be written as

$$20s_{1a} - 2s_2 = f_1$$

$$5s_{1b} = f_2$$

$$-0.8s_{1a} - 0.2s_{1b} + 10s_2 = f_3$$

we may represent the process with multiple products as multiple processes, each with a single product. As shown below, the technology matrix now has an additional column and the scaling

vector has an additional row to enable partitioning between the two coproducts of process P1, f1 and f2.

$$\begin{bmatrix} 20 & 0 & -2 \\ 0 & 5 & 0 \\ -0.8 & -0.2 & 10 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_{1a} \\ s_{1b} \\ s_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \end{bmatrix}$$

In general, partitioning involves the following transformation of the technology matrix. Columns with multiple positive values in the same column are separated into multiple columns such that each column has only one positive value or output. The negative values in these separated columns are multiplied by the weighting factors. Columns with a single positive value remain unchanged. Thus,

$$\begin{bmatrix} 20 & -2 \\ 5 & 0 \\ -1 & 10 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{partitioning}} \begin{bmatrix} 20 & 0 & -2 \\ 0 & 5 & 0 \\ -w_{1a} & -w_{1b} & 10 \end{bmatrix}$$

The intervention matrix is also modified by the weighting coefficients, to result in

$$\begin{bmatrix} -40 & -10 & 0 \\ 1.6 & 0.4 & 0.1 \\ 8 & 2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_{1a} \\ s_{1b} \\ s_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{crude} \\ r_{SO_2} \\ r_{CO_2} \end{bmatrix}$$

By comparing this equation with Equation 10.8, we see that the first column of the intervention matrix in Equation 10.8 is split into two columns based on the allocation factors calculated by Equations 9.1 and 9.2. That is

$$\begin{bmatrix} -50 & 0 \\ 2 & 0.1 \\ 10 & 1 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{partitioning}} \begin{bmatrix} -50w_{1a} & -50w_{1b} & 0 \\ 2w_{1a} & 2w_{1b} & 0.1 \\ 10w_{1a} & 10w_{1b} & 1 \end{bmatrix}$$

Displacement

For applying the displacement approach, we need data about a conventional process that produces each byproduct. Let us consider this process to be as shown in Figure 10.5. This process is displaced by the byproduct from fuel production, which may be represented by running the process in the opposite direction, as shown in Figure 9.3b and by the equations; note that the last column corresponds to the displaced process and is multiplied by -1 to indicate that the process in Figure 10.5 is run in reverse.

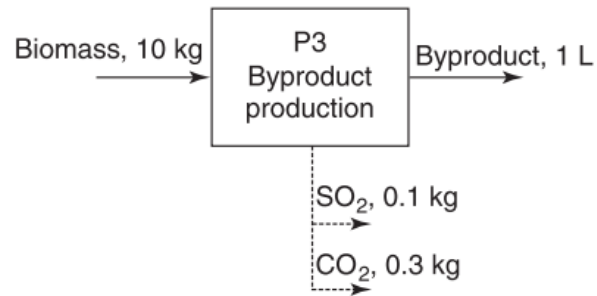


Figure 10.5 Module of byproduct production by a conventional route that would be displaced by the byproduct from the fuel production module.

$$\begin{bmatrix} 20 & -2 & 0 \\ 5 & 0 & -1 \\ 0 & 10 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -50 & 0 & 0 \\ 2 & 0.1 & -0.1 \\ 10 & 1 & -0.3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{crude} \\ r_{SO_2} \\ r_{CO_2} \end{bmatrix}$$

No Allocation

In the absence of allocation, all allocation weights are taken as equal to 1, as we saw in Section 9.2. Thus, $w_{1a} = w_{1b} = 1$ and we can write down the following equations:

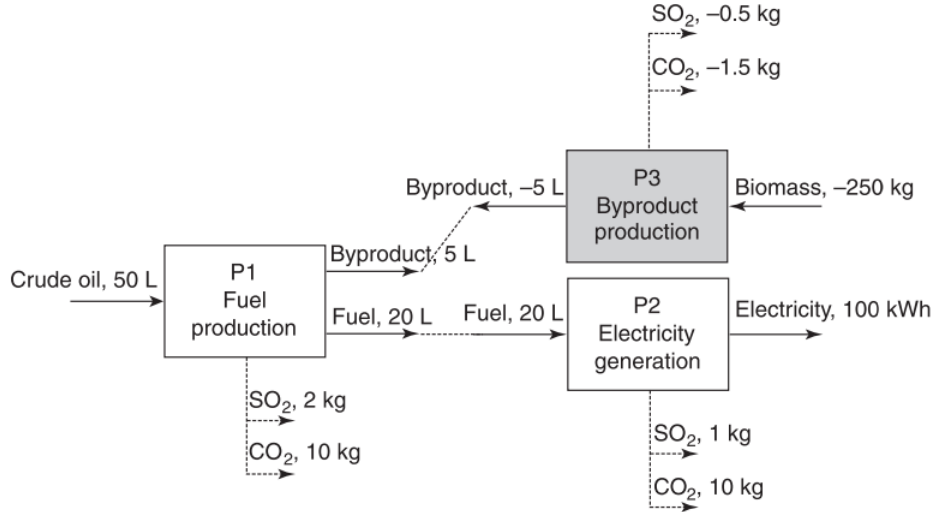


Figure 10.6 Network corresponding to allocation by displacement and Example 10.7.

$$\begin{bmatrix} 20 & 0 & -2 \\ 0 & 5 & 0 \\ -1 & -1 & 10 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_{1a} \\ s_{1b} \\ s_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \end{bmatrix} \quad (10.24)$$

and

$$\begin{bmatrix} -50 & -50 & 0 \\ 2 & 2 & 0.1 \\ 10 & 10 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_{1a} \\ s_{1b} \\ s_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{crude} \\ r_{SO_2} \\ r_{CO_2} \end{bmatrix} \quad (10.25)$$

Chapter 11 Footprint Assessment

11.1 Carbon Footprint

Table 11.1 Global warming potentials relative to CO₂ [2].

Common name	Chemical formula	GWP for given time horizon		
		20-yr	100-yr	500-yr
Carbon dioxide	CO ₂	1	1	1
Methane	CH ₄	72	25	7.6
Nitrous oxide	N ₂ O	289	298	153
CFC-11	CCl ₃ F	6730	4750	1620
Carbon tetrachloride	CCl ₄	2700	1400	435
HCFC-22	CHClF ₂	5160	1810	549
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	3830	1430	435
Sulfur hexafluoride	SF ₆	16,300	22,800	32,600
Methyl chloride	CH ₃ Cl	45	13	4

A life cycle inventory consists of the following emissions: 20 kg of CO₂, 0.001 kg of CFC-11, 0.5 kg of N₂O, and 2 kg of NO₂. Determine the GWP using a 100-year time horizon.

Using Table 11.1, the GWP of these emissions is

$$\text{GWP} = (20 \times 1) + (0.001 \times 4750) + (0.5 \times 298) = 173.8 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}$$

The boundary of carbon footprint calculations is often classified as Scope 1, 2, or 3. Scope 1 is a narrow boundary that considers direct GHG emissions from only selected processes; Scope 2 includes GHG emissions in generating the electricity and those caused by the heating that is used in the processes included in Scope 1; and Scope 3 is the full life cycle GHG emissions.

Table 11.2 Greenhouse gas emissions factors for selected products and activities [5].

Item	CO ₂ factor, kg/unit	CH ₄ factor, kg/unit	N ₂ O factor, kg/unit	Unit
Bituminous coal	2.563	0.302	0.044	kg
Natural gas	1.922	0.036	0.004	m ³
Kerosene	366.9	41.22	6.077	L
Motor gasoline	2.32			L
Diesel	2.697			L
Ethanol	1.519			L
CNG	1.924			m ³
Emissions due to the generation of electricity for selected US regions				
New England	327.8	0.033	0.006	MWh
Northwest	382.5	0.007	0.006	MWh
Rockies	861.1	0.01	0.013	MWh
Midwest	822.1	0.009	0.013	MWh
South	614.8	0.01	0.009	MWh
California	277.3	0.013	0.003	MWh

Consider a business that burns 10,000 m³ of natural gas per year; its annual transportation needs involve driving 50,000 km in vehicles that travel 12 km per liter of gasoline, and its annual electricity consumption is 100,000 kWh. The business is located in the New England region of the USA. Determine the Scope 1, 2, and 3 carbon footprints.

The Scope 1 carbon footprint includes GHG emissions directly from the business. Using the factors in Tables 11.1 and 11.2, the Scope 1 footprint based on natural gas and transportation may be calculated as follows:

$$\begin{aligned}\text{GWP S 1} &= 10,000 \times [(1.922 \times 1) + (0.036 \times 25) + (0.004 \times 298)] + 50,000 \times 2.32 \\ &= 49,807 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}\end{aligned}$$

The Scope 2 footprint includes the emissions due to electricity and heating, which for this example are calculated as follows:

$$\begin{aligned}\text{GWP S 2} &= \text{GWP S 1} + 100,000 / 1000 \times [(327.8 \times 1) + (0.033 \times 25) + (0.006 \times 298)] \\ &= 82,848 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}\end{aligned}$$

For the Scope 3 calculations, we may use a process life cycle assessment (LCA) or the input–output LCA model. This example uses the latter with the 2002 EIO (economic input–output) model. The cost of natural gas may be found to be 10.42 cents/m³, gasoline is \$0.359 per liter, and electricity is 4.88 cents/kWh. Thus, the business buys \$1042 of natural gas, \$1496 of gasoline, and \$4880 of electricity. The total CO₂ eq emission intensities for sectors producing a dollar's worth of these items may be found from environmentally extended input–output tables to be 2.43

kg/\$, 2.79 kg/\$, and 9.37 kg/\$, respectively. Then, the Scope 3 carbon footprint is

$$\begin{aligned} \text{GWP S 3} &= \text{GWP S 2} + (2.43 \times 1042) + (2.79 \times 1496) + (9.37 \times 4880) \\ &= 135,280 \text{ kg CO}_2 \text{ eq} \end{aligned}$$

11.2 Water Footprint

The production of 1 kg of product E withdraws 200 liters of water from a river, and returns 150 liters at a downstream location. The manufacture of 1 kg of this product also requires 0.2 kg of A, 5 kg of B, and 1 kg of C. These resources, A, B, and C, use 100, 10, and 80 liters of water per kilogram, respectively. Determine the virtual water required for making 1 kg of E, and its water footprint.

Since the virtual water includes only the direct water use, the virtual water requirement of E is $V_E = 200 - 150 = 50$ liters.

The water footprint of E considers both the direct and indirect use. We may define a boundary that includes the resources A, B, and C needed to make product E but ignores activities beyond these resources. Then, the water footprint of E may be calculated as follows:

$$\begin{aligned} F_{W, E} &= 50 + (0.2 \times 100) + (5 \times 10) + (1 \times 80) \\ &= 200 \text{ liters} \end{aligned}$$

To account for different sources of water and changes in quality, most water footprint calculations consider the following three categories of water.

- Blue water. This category includes fresh water available at the surface in rivers, lakes, and canals, and below the surface as groundwater.
- Green water. This consists of precipitation that falls on land and does not runoff or recharge the aquifer.
- Gray water. This category focuses on the quality of water. It is the water needed to dilute pollutants to acceptable levels.

Determining the quantity of gray water often requires a material balance calculation with information about the current and desired concentrations of contaminants in the water. Let the pollutant loading be P (mass/time), the maximum allowed concentration of contaminant be C_{max} (mass/volume), and the natural concentration of this contaminant in the environment be C_{nat} . Then, the gray water footprint for this flow may be calculated as

$$W_{gray} = \frac{P}{C_{max} - C_{nat}}$$

From a material balance point of view, this equation describes the pollution load being combined with a volume of gray water at its natural concentration to result in a stream with the maximum allowable concentration.

fThe fuel and electricity modules shown in Figure 11.9 are identi-

cal to those in Figure 9.1, except that the fuel production module uses 100 L of water from a local river, while the electricity production module uses 10 L from a reservoir. Fuel production results in a wastewater stream of 10 L leaving the facility with a 10 percent concentration of contaminant by volume. The maximum allowed contaminant concentration is 5 percent, and the natural concentration is 2 percent. Calculate the water footprint of 1 kWh of electricity.

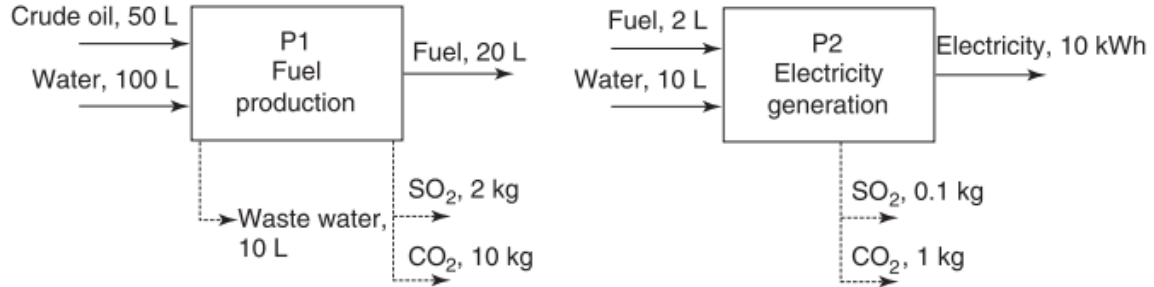


Figure 11.9 Modules for Example 11.5.

$$\begin{bmatrix} 20 & -2 \\ 0 & 10 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \end{bmatrix}$$

To produce 1 kWh of electricity, $f_1 = 0$ and $f_2 = 1$. Therefore, the scaling factors are $s =$
 $\begin{bmatrix} 0.01 \\ 0.1 \end{bmatrix}$

The water used in the two processes belongs to the blue water category. There is no use of green water. Gray water is used to dilute the effluent. The pollutant load in the effluent is given by

$$\begin{aligned} P &= C_{ef} V_{ef} \\ &= 0.1 \times 10 \\ &= 1 \text{ L} \end{aligned}$$

Given that $C_{max} = 0.05$ and $C_{nat} = 0.02$,

$$\begin{aligned} W_{gray} &= \frac{1}{0.05 - 0.02} \\ &= 33 \text{ L} \end{aligned}$$

The intervention matrix for the three water categories may be written as

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ -100 & -10 \\ -33 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{green} \\ r_{blue} \\ r_{gray} \end{bmatrix}$$

For 1 kWh of electricity, $f_1 = 0$, $f_2 = 1$. Solving the above equations results in $r = [0 \ -2 \ -0.3]$. Adding the elements in r provides the water footprint as 2.3 L.

11.3 Characteristics of Footprint Methods

Metrics based on carbon and water footprints are popular owing to their simplicity and ease of interpretation. Let us now consider how well these methods satisfy the requirements for sustainability assessment methods. Footprint methods are best used for considering the demand for some ecosystem goods and services and for considering multiple spatial scales. Advancing these methods to satisfy other requirements is part of ongoing research. One important shortcoming of footprint methods is that they do not take into account the interaction between different flows such as GHGs, food, energy, and water. These flows are often dependent on each other, as illustrated in Table 11.6 for the water–energy nexus. The top part of this table shows how energy needs water, while the bottom part shows how water needs energy. Thus, efforts to reduce water or energy use must consider this nexus to prevent the shifting of impacts from one type of resource flow to another. The use of univariate metrics like the carbon and water footprints can miss such interactions. Owing to this water–energy nexus, efforts to increase the availability of fresh water by treatment methods such as reverse osmosis are likely to increase energy use, just as efforts to use biofuels are likely to increase water use. In addition to the carbon and water footprints, other footprints have also been developed. The nitrogen footprint quantifies flows associated with introducing reactive nitrogen in the environment. The major impacts of these flows are acidification and eutrophication. The ecological footprint is another approach that represents multiple flows and represents them in the common unit of land area.

12 Net Energy Analysis

Consider the network in Table 12.3, with the monetary flow represented by the following equations:

$$\begin{aligned}0.833x_1 - 0.182x_2 &= f_1 \\ -0.667x_1 + 0.818x_2 &= f_2\end{aligned}$$

Determine the direct and total energy intensities of the two sectors.

The m vector in this table represents the fossil energy used by each sector for its activities. Using Equation 10.37, the direct energy intensities of the two sectors are

$$\begin{aligned}
 r_1 &= \frac{m_{11}}{x_1} \\
 &= 10 \text{ J/\$} \\
 r_2 &= \frac{m_{12}}{x_2} \\
 &= 1.82 \text{ J/\$}
 \end{aligned}$$

the total or life cycle energy intensity is

$$\begin{aligned}
 R^* &= \begin{bmatrix} 10 & 1.82 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.833 & -0.182 \\ -0.667 & 0.818 \end{bmatrix}^{-1} \\
 &= \begin{bmatrix} 16.77 & 5.96 \end{bmatrix} \text{ J/\$}
 \end{aligned}$$

These coefficients may be used to calculate the life cycle energy use or net energy for any final demand.

Continuing the problem in Example 10.4, determine the energy return on an investment of electricity. Of the energy used for oil extraction, 2 L of oil and 1 kWh of electricity are used as processing energy. No processing energy is needed in the fuel production or power generation steps.

The processing energy is 2 L of oil and 1 kWh of electricity in the oil extraction step. These inputs are needed to obtain 100 L of oil on the ground. Since the scaling factor for the oil extraction module is 0.005 (see Equation 10.14), the processing energy to produce 100×0.005 L of oil is $2 \times 0.005 = 0.01$ L of oil and $1 \times 0.005 = 0.005$ kWh of electricity. The total processing energy to produce 1 kWh or 3.6×10^6 J of electricity is

$$\begin{aligned}
 E_{pr} &= \left(0.005 \text{ kWh} \times \frac{3.6 \times 10^6 \text{ J}}{1 \text{ kWh}} \right) + (0.01 \text{ L oil} \times 3.8 \times 10^7 \text{ J/L}) \\
 &= 3.98 \times 10^5 \text{ J}
 \end{aligned}$$

Here, 3.8×10^7 J/L is the fuel value of crude oil. Thus,

$$\begin{aligned}
 \text{EROI} &= \frac{1 \text{ kWh} \times 3.6 \times 10^6 \text{ J/kWh}}{3.98 \times 10^5 \text{ J}} \\
 &= 9.04
 \end{aligned}$$

Chapter 15 Life Cycle Impact Assessment

15.1 Steps in Life Cycle Impact Assessment

Life cycle impact assessment is a systematic approach for assessing the impact of emissions, and consists of four steps:

1. Classification
2. Characterization
3. Normalization
4. Weighting

The first two steps are mandatory according to the ISO 14040 standards, while the last two are optional.

The first step in reducing dimensionality in LCIA is to classify the emissions and resources into selected categories. Classification of various chemicals relies on knowledge about their environmental impact. Such information has been developed through environmental and toxicological studies, and is included in LCIA databases.

Inventory data classified in the same category are multiplied by their corresponding characterization factor to represent all flows in the common unit of the category.

$$h_i = \sum_j \phi_{ij} r_j$$

Here, h_i is the total impact for category i , r_j is the mass of inventory flow j , and ϕ_{ij} is the characterization factor for impact category i and flow j . This step represents the chemicals classified in the same group in terms of a common unit, to permit their addition. These factors have been determined from research about the environmental and human impact of each chemical that is emitted to the environment, and from estimated stocks for abiotic resources. The resulting impact categories are often referred to as “mid-point” indicators.

Classify and characterize the following pollutants and resources from a selected life cycle inventory: 1.792 kg of CO₂, 6.7×10⁻⁴ kg of CO, 1.091×10⁻³ kg of NO_x, 9.87 × 10⁻⁴ kg of SO₂, and 0.6 kg of silver.

The mid-point impact indicator for each flow may be calculated using Equation 10.16. For the human toxicity impact category,

$$\begin{aligned} h_i &= (0 \times 1.792) + (0.012 \times 6.7 \times 10^{-4}) + \\ & (0.78 \times 1.091 \times 10^{-3}) + (1.2 \times 9.87 \times 10^{-4}) + (0 \times 0.6) = 2.04 \times 10^{-3} \text{ kg} \\ & \text{1,4-dichlorobenzene equivalent} \end{aligned}$$

Using matrix notation and Equation 10.17,

$$h = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.012 & 0.78 & 1.2 & 0 \\ 0 & 0 & 0.7 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1.18 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1.792 \\ 6.7 \times 10^{-4} \\ 1.091 \times 10^{-3} \\ 9.87 \times 10^{-4} \\ 0.6 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1.792 \\ 0 \\ 2.04 \times 10^{-3} \\ 1.75 \times 10^{-3} \\ 7.1 \times 10^{-1} \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{kg CO}_2 \text{ eq} \\ \text{kg CFC-11 eq} \\ \text{kg 1,4 DB eq} \\ \text{kg SO}_2 \text{ eq} \\ \text{kg Sb eq} \end{matrix}$$

Various approaches have been suggested for analyzing the mid-point impact assessment results. A common approach is to normalize each impact h_i by a reference value $h_{i,r}$. Thus, the normalized value is

$$\hat{h}_i = \frac{h_i}{h_{i,r}}$$

Common reference values include the total impact in a selected region and the largest value among alternatives. Thus, the global warming potential from a product being analyzed would be divided by the global warming potential of emissions in the entire region where the product is produced. Another approach for normalization is to divide all numbers in an impact category by the largest quantity so that the largest value is equal to unity for all categories. The resulting dimensionless numbers allow convenient comparison.

The mid-point impact categories are further aggregated into damage categories such as human health, ecosystem damage, and resource depletion by the following formula:

$$E_k = \sum_j \theta_{j,k} h_j$$

Here, $\theta_{j,k}$ is the characterization factor that converts the j th mid-point indicator h_j to an end-point indicator E_k . Several methods have been developed for arriving at end-point indicators. Some result in a single indicator by using weighting factors to convert midpoint indicators into a common unit that can be added. Here, the units of each factor are the reciprocal of the corresponding impact category.

Other approaches use damage models, and combine mid-point indicators into categories such as human impact, ecological impact, and resource depletion, which are area-of-protection (AoP) indicators. These may be further combined into a single indicator. The human health conversion factor commonly relies on the approach of disability adjusted life years (DALY), developed by the World Health Organization to quantify the human impact of emissions. It is quantified from

public health studies as the years lived disabled (YLD) or years of life lost (YLL) due to an impact. For the j th mid-point indicator, DALY is calculated as

$$\theta_{j,H} = YLL_j + YLD_j$$

Ecological impact may be quantified in terms of the potentially disappeared fraction (PDF) of an ecosystem due to the impact of an emission. This characterization factor for the j th mid-point indicator, $\theta_{j,E}$, may be calculated as

$$\theta_{j,E} = PDF_{j,terr}SD_{j,terr} + PDF_{j,fw}SD_{j,fw} + PDF_{j,mw}SD_{j,mw}$$

where SD stands for the species density in the affected region. The three terms add the impact on terrestrial, fresh water, and marine water ecosystems. Resource depletion is quantified in various ways. One approach is based on considering the increase in resource cost due to depletion. This marginal cost increase (MCI) is the third characterization factor, and is calculated as the ratio of the change in cost to the change in consumption:

$$\theta_{j,R} = \frac{\Delta Cost_j}{\Delta Yield_j}$$

Other approaches for quantifying resource depletion rely on measures such as cumulative exergy, which we learned about in Chapter 14. Alternatively, the additional energy required to extract the next kilogram of resource may be used. Typical end-point characterization factors based on the ReCiPe2016 method.

15.2 Software for Sustainability Assessment

Applying the various sustainability assessment methods to practical problems is difficult and tedious owing to the need for obtaining and manipulating a large amount of data. Therefore, several software packages are available for performing LCA, some of which are listed in Table 15.9. Most of the packages focus on process LCA with the help of commercial and free inventory databases like those listed in Table 9.3. Other packages are useful for input–output LCA at the economy scale. The companion website to this book contains information, tutorials, links, and case studies based on some of these tools.

15.3 Summary

Life cycle assessment is the most comprehensive approach for determining the environmental impact of different types of activities. It considers a large system boundary, many types of resources and emissions, and their environmental impacts. This approach is popular and many databases and software packages are available. It is also an active area of research since many requirements of sustainability are not yet satisfied. Current research is developing methods for life cycle sustainability analysis to consider economic, environmental, and social aspects over the life cycle. A brief overview of this approach is provided in Box 15.1. Methods are also being

developed for considering the dynamics of decisions based on LCA. This aims to account for possible economic feedback and rebound effects, and is called consequential LCA. Other efforts are accounting for the impact of human activities on ecosystem services and biodiversity. The inventory for LCA is also being used to understand the nexus between multiple flows such as food, energy, and water.

Chapter 19 Industrial Symbiosis and the Circular Economy

- Nature as a model means imitating or being inspired by the way nature does things to meet human needs.
- Nature as a mentor considers nature as a way of judging the appropriateness of human activities, using the argument that since nature has been around for so long, it has figured out what is right and what works.
- Nature as measure implies that our focus should be on learning from nature and not on just extracting from it.

19.1 Biomimetic Product Innovation

Developing new products based on mimicking nature is a successful and active area of research and innovation. Successful biomimicry applications may be broadly classified into the following four categories:

- Materials. Examples of materials based on biomimicry include Velcro, inspired by barbs on seeds that attach to fur for dispersal; bioadhesives based on bivalve mollusks; and ceramic designs based on sea shell structures.
- Movement. Examples of movement inspired by biomimicry include design of fast trains based on the design of a kingfisher's beak, which can penetrate water with little turbulence and high efficiency, a flying robot inspired by the common swift; and needles based on a mosquito's injector.
- Function and behavior. Biomimetic function and behavior include self-cleaning surfaces based on understanding the structure of lotus leaves; more efficient solar cells based on the internal reflection mechanism used by butterfly wings; processes such as genetic algorithms based on natural selection; and optimization methods based on ant foraging.
- Sensors. Sensors developed by mimicking nature include radar based on bat navigation and infrared sensors that mimic a jewel beetle's sensors to detect burnt wood.

19.2 Industrial Symbiosis

The goal of industrial symbiosis, also called byproduct synergy, is to establish a network of industrial processes in which waste from one process is used as a resource in another. Industrial symbiosis can have many benefits from both the economic and environmental points of view. These include significant reductions in energy consumption and resource use, reduced environmental impacts through fewer emissions, improved quality of effluent water, and greater cycling of many materials in the industrial network. These benefits also attract new industries to the symbiotic network to occupy niche areas by utilizing unused waste. This results in broader economic benefits by enhancing local economic activities while improving the quality of life. Due to these win-win aspects, many corporations have embraced industrial symbiosis as a part of their corporate strategy. Despite the economic and environmental benefits of industrial symbiosis, such networks rarely develop by themselves owing to obstacles such as the following:

- Industrial symbiosis requires trust between businesses, which is often missing and takes time to develop. Organizations where people can meet, government incentives, and legal systems are often needed to help develop the needed trust between firms.
- Waste is usually less consistent in quality as compared to virgin resources. This results in reluctance among potential producers and consumers of waste. Potential consumers are less confident of the ability of waste to meet their needs in place of virgin materials. Potential suppliers, whose waste could be a resource for other businesses, may be reluctant to sell it owing to the fear of litigation due to such variability and the low predictability of the quality of their waste.
- Information about the supply and demand of wastes that could be resources is often not readily available. An intermediary such as a non-governmental organization or other mechanism for sharing information between industries is often necessary.
- Symbiosis results in greater interdependence between businesses. This could increase the vulnerability of the overall network since disruption in one business could affect other businesses that rely on its waste products, and lack other alternate sources.

19.3 The Circular Economy

The concepts of industrial symbiosis and byproduct synergy encourage resource efficiency by closing loops between multiple industrial processes. The concept of a circular economy is similar, but focuses on closing loops for products and materials. The circular economy goes against conventional thinking that treats materials as resources to be consumed and products as things to be bought continually. Circular economy treats materials as resources to be preserved and products as things whose life needs to be extended for as long as possible. Such thinking has already resulted in changes in manufacturing so that products may be refurbished, disassembled, and remanufactured with greater ease. This may require efforts to avoid the mixing of diverse materials that are difficult to separate for recycling.

A change in thinking is required from a linear to a circular to a performance economy, as described below.

- A linear economy is one in which materials are used once and then discarded. Examples of products in this economy are single-use beverage cups, plastic grocery bags, and electronic parts that cannot be recycled. A linear economy is a Type I industrial ecosystem.
- A circular economy is one in which materials are reprocessed. Thus, single use containers are not used, glass bottles are cleaned for reuse, and tires are retreaded before replacement. At the end of life, the products are recycled or downcycled to other products or to recover their fuel value.
- A performance economy is one that emphasizes the service provided rather than the product. Thus, rather than selling a car, firms would provide mobility services. With the company retaining ownership of the product, it becomes easier to close the material loops. Products are reformulated to enable such activities.

19.4 Summary

Learning from nature is attractive as a source of potential solutions for sustainable engineering. With this motivation, methods such as biomimicry, industrial symbiosis, and circular economy have been developed. Reductionist biomimicry helps in innovating new types of products such as adhesives and self-cleaning surfaces. However, simply mimicking nature in a reductionist manner may not contribute to sustainable development. The concepts of industrial symbiosis, byproduct synergy, and circular economy attempt to mimic ecosystems at a larger scale and constitute holistic biomimicry. The assumption underlying the methods covered in this chapter is that by mimicking ecosystems we will be able to develop human designed systems that, like natural ecosystems, are self-sustaining. To determine whether this is indeed likely to be true, we considered the six requirements of sustainability assessment. The effort to mimic ecosystems by closing material loops can be combined with life cycle assessment methods to consider multiple spatial scales and multiple flows. This can overcome the tendency for eco-industrial parks to outsource activities that have a low economic benefit and high environmental impact. Other requirements for sustainability, such as accounting for multiple disciplines and the supply of ecosystem services, are not considered in the approaches covered in this chapter.

Chapter 21 Economic Policies

21.1 Internalizing Externalities

21.1.1 Non-Market-Based Policies

For many decades, the most popular approach for dealing with environmental problems has been government regulation. These policies have evolved from banning pollutants, to command and control policies, to the trading of individual pollutants, to the trading of ecosystem services. When environmental problems first attracted significant public attention. With greater realization of the costs and benefits of various pollutants, “command and control” policies became more

popular. These policies often specified the use of the “best available technology” and an acceptable pollution level.

The shortcomings of such an approach include the following:

- Specifying the technology can stifle innovation toward the development of better technologies and other solutions.
 - Determining the acceptable pollution level to include in the regulations was not easy.
 - Regulations tend to be a source of conflict between industry and government.
- Nonetheless, such methods continue to be popular for environmental protection all over the world since they are relatively easy to formulate, implement, and monitor.

21.1.2 Market-Based Policies

In recent decades, with advances in the field of environmental and resource economics, market-based policies have become increasingly popular for internalizing environmental externalities. These methods rely on taxation and/or trading.

Principles of Environmental Taxes

The economic impact of an externality can be internalized in the market by means of an environmental tax. This idea is attributed to the economist Arthur Pigou, and is also called a Pigouvian tax. As an example, consider the externalities due to the consumption of a metal ore. These include damage due to displacement of large volumes of earth such as loss of biodiversity, emission of particulate matter, ground-level ozone formation, and emission of greenhouse gasses. Economists determine the monetary values of these external social costs, which can be included in the marginal cost curve. This approach of environmental taxes requires a change in property rights: before an environmental tax, firms were free to pollute and society had no rights. However, with an environmental tax, firms may still pollute, but now they have to pay for it. Proper implementation of this approach requires estimates of the external social cost and intervention by a central entity such as a government to set up the system. Once the system is set up, it can run by itself but may need to be monitored.

Tradable Emissions Permits

This approach combines regulation, environmental taxes, and property rights. The basic idea is that society sets a quota for the maximum allowable amount of pollution or resource use. This quota is then distributed among stakeholders in the form of permits or individual quotas. These constitute the “right to pollute.” Firms or any other interested parties may then buy or sell permits. Permits may be bought if a stakeholder wishing to emit the traded pollutant finds buying permits to be cheaper than reducing emissions by approaches such as more efficient operation or technology. Companies that have older technology that is expensive to upgrade are likely to find that buying permits is more cost-effective. Firms with newer or cleaner processes are likely to have permits to sell. To reduce the total quantity of pollutant or resource use, quotas are gradually decreased over time. This will cause the cost of permits to increase, and ultimately, even the firms that prefer buying permits instead of reducing emissions may find it to be

economically more attractive to upgrade their processes to emit less. This approach has been successfully used for regulating fishing in Europe, and reducing acid rain in the USA.

21.2 Inclusive Wealth

Inclusive wealth is an approach that measures the wealth of nations by carrying out a comprehensive analysis of a country's productive base [5]. It measures all of the assets from which human well-being is derived and also a nation's capacity to create and maintain human well-being over time. Assets required for human well-being are classified into the following three categories:

- Manufactured capital, which includes items such as industrial products, machinery, and civil infrastructure like roads and buildings;
- Human capital, which includes education, employment, and health;
- Natural capital, which includes fossil and mineral resources, forests, agricultural land, and fisheries.

21.3 Summary

Economics plays a critical role in enabling sustainable development by approaches such as regulation, environmental taxes, emissions trading, and holistic indicators. Creating markets for ecosystem goods and services has become one of the most popular approaches for internalizing economic externalities, and it allows markets to find the appropriate balance between the use of ecosystem goods and services and their protection. The US acid rain program is among the most successful examples of such markets, but the global carbon trading program has been less successful. Indicators such as inclusive wealth are more complete than metrics such as GDP and the HDI, and provide useful insights about trends in manufactured, human, and natural capitals. This insight is useful for policies that encourage sustainable development.

Kap 2, 3, 4, 8, 19, 12, 16 er for prosjektet og ikke veldig relevant til eksamen

Kapittel 2 Innovasjon

Innovasjon skaper verdi

I 2014 rapporterte det norske næringslivet om nesten 60 milliarder i innovasjon investeringer, og nye produkter lansert i 2012-2014 sto for nesten 6 % av næringslivet totale omsetning dette

året. Forskning viser at bedrifter som har en systematisk fokus på innovasjon og innovasjonssamarbeid over tid, vil lykkes langt bedre enn andre bedrifter.

Definisjoner av innovasjon

Innovasjon er en prosess hvor mange gjør om en ide til et produkt, en prosess o.l som implementeres i en organisasjon. Det er viktig å merke seg at innovasjon er noe annet enn oppfinnelse.

Radikale og inkrementelle innovasjoner

Innovasjoner kan ha ulike former fra store omveltende innovasjoner til små stegvise innovasjoner. En annen måte å definere en innovasjon på er å omtale den som en svart svane. Begrepet kommer fra at man helt frem til slutten av 1600-tallet trodde at det bare fantes hvite svaner i verden. Dette var basert på årevis av observasjoner i Vesten, og svart svane ble brukt som et uttrykk for en umulighet. Felles for disse innovasjonene er at personene bak dem ikke kunne forutse store innvirkningen de ville år på livene våre. En radikal innovasjon kjennetegne ved at den skyvver til side tidligere teknologiske løsninger, eller skaper en teknologisk løsning som ikke var mulig tidligere. Der radikale innovasjoner er store og banebrytende, er inkrementelle innovasjoner små og stegvise. Disse er mer vanlig og består i å gjøre mindre forbedringer på eksisterende produkter.

Hvor kommer gode ideer fra?

Hvor kommer gode ideer fra? Finnes det noe felles for miljøet eller situasjoner ideer har oppstått i gjennom tidene? Evolusjonsteorien sier at evolusjon skjer ved at organismer utfører nærliggende muligheter for utvikling, og at det er dette som gjør at de utvikler seg. Gode ideer bygger på de til enhver tid tilgjengelige delene. Johnsen mener at følgende mmenter kan spille positivt inn på utvikling av ideer:

- Flytende nettverk: Ideer utvikles der gode tanker møtes.
- Serendipiteit: Dette merkelige ordet forteller noe om tilfeldige oppdagelser i vitenskapen.
- Den snikenede magefølelsen: Ofte har ideer lang inkubasjonstid hos oppfinneren.
- Feile: Mange gode ideer er resultat av feil.
- Ekspansjon: Et begrep fra evolusjonsteori som betyr å endre bruk av noe som allerede eksisterer, For eksempel var det en type dinosaurer som fikk fjær, men det var ikke brukt til å fly med.
- Plattformen: En åpen plattform er et godt grunnlag for vekst og gode ideer. Et eksempel på det er internett, som er bygget på åpne standarder for overføring av data, og åpne standarder for prestasjon av innhold på nettsider.

Adopsjon og diffusjon av innovasjoner

Med adopsjon i denne sammenheng, dvs. Adopsjon av innovasjon, menes altså prosessen der en går fra liten eller ingen kjennskap til en ny løsning frem til å trykke denne til brystet og bruke repetitivt.

Adopsjon

Nesten alle strategisk tenkning om innovasjonerspreget markedsstrategi har sitt utspring i den teknologiske adopsjonslov syklusen. Modellen forklarer de ulike fasene et produkt går gjennom før det blir akseptert av hele markedet og klassifiserer markedet i ulike grupper med hensyn til hvor lang tid det tar før de enkelte gruppene adoptere et produkt.

Innovatører - teknologi entusiaster

Innovatører kjennetegnes av personer som er opptatt av ny teknologi fordi de er overbevist om at den før eller senere vil gjøre livene våre bedre. En måte å tilrettelegge for denne gruppen er å legge til funksjonalitet som gjør at de blir interesserte i produktet. Altså denne gruppen liker banbrytende teknologi eller teknologi de ikke har sett før.

Tidlige brukere - Visionærer

Denne gruppen ønsker å bruke innovasjonene til å bryte med fortiden og starte en helt ny fremtid. Visionærene ønsker å utnytte teknologien, og regnes for å være den første gruppen med god råd som hjelper til med å publisere ny teknologi.

Tidlig majoritet - Pragmatikere

Pragmatikere er først og fremst opptatt av produkter og systemer som fungerer, og er i så måte mer opptatt av evolusjon enn revolusjon. Et viktig punkt med medlemmer av denne gruppen er at når de først har tatt en kjøpsbeslutning, foretrekker de å kjøpe fra markedslederen.

Sen majoritet - Konservative

Den sene majoriteten kjennetegnes ved at medlemmene er pessimistisk med tanke på hvilke fordeler teknologien kan bringe med seg men vil samtidig ikke føle seg forbigått av resten av verden. Disse utgjør en stor gruppe som kan bli kunder dersom de behandles pent. Det negative aspekter med dem er at de ofte er veldig prissensitive og krevende å selge til, men det er en stor gruppe som representerer en stor del av markedet.

Etternølerne - skeptikerne

Skeptikerne er ofte sterkt bundet av tradisjoner, og er motstander av forandringer. De akseptere sjelden nye løsninger før de er utdaterte og nærmest blitt en del av tradisjonen. Til sammen utgjør disse gruppene den teknologiske adopsjonslivsyklusen. Kjennskapet til denne har vært grobunn for en rekke markedsføringsstrategier. Tanken var at en kan begynne med å så den

nyeløsningen hos tekno-entusiastene slik at disse videre kunne utdanne visjonærene som følger med på innovatøren og venter på at teknologien skal bli moden før de adopterer den.

Diffusjon

Vi har nå sett på de ulike kundegruppene en må gjennom for å få et produkt adoptert på markedet. Prosessen med å spre et produkt eller en teknologi til disse gruppene kaller vi diffusjon.

De fire hovedelementene i diffusjon av nye teknologi

Rogers (2010)

Selve innovasjonen

Adoptørene må anse innovasjonen som noe nytt for at den skal oppleve en utbredt spredning. De potensielle adoptørene vurderer innovasjon ut fra flere kriterier. De vurderer den relative fordel en kan oppnå ved å ta den i bruk, i forhold til eksisterende produkter. Produktets kompleksitet vurderes også, dersom det er for vanskelig å bruke, hindrer dette spredning. Spredningen avhenger også om det er mulig å test ut løsningen eller ikke før kjøp. Løsninger som en bare må ta skjebnen på at fungerer, har mindre sannsynlighet for å spre enn de som kan testes. En annen egenskap som påvirker spredningen av en innovasjon er om man ser potensial for å bruke den til en rekke ting den ikke var tiltenkt. Den siste egenskapen ved innovasjonen er om effekten kan observeres eller ikke.

Kommunikasjonskanalen

For det andre vektlegger Rogers kommunikasjonskanalen som informasjon om den nye løsningen spres til adoptørene gjennom. Diffusjon skjer alltid mellom individer, og det er en forutsetning at det fins kommunikasjon mellom dem for at spredningen skal skje. Ifølge Rogers oppstår en mer effektiv kommunikasjon når to eller flere individer er homogene, m.a.o ganske like. Derfor skjer diffusjonen lettere innen etablerte miljø. Det største problemet i spredningen av innovasjoner er at personer ofte er svært ulike. Det kan derfor være lurt å satse på kommunikasjonskanaler som når inn i ulike miljøer.

Tidsaspektet

Hvor lang tid innovasjonsbeslutningsprosessen tar og hvor lang tid det tar før innovasjon er adoptert. Dersom tiden det tar å få løsningen fra skrivebordet og ut til markedet er for lang, vil en ofte oppleve at det som den gang på skrivebordet var en god løsning, nå er fullstendig utdatert, noe en til stadighet ser eksempler på innen høyteknologi bransjen:

- Det første steget er at den potensielle adoptøren får kunnskap om innovasjon. På dette tidspunktet er han eller hun hverken interessert eller uinteressert i innovasjon.

- I det neste steget skjer en overbevisning for eller mot innovasjonen. Her søkes det aktivt informasjon om innovasjonen, som skal lede til at adoptøren blir overbevist.
- Det neste steget er å ta en beslutning. Det tas ofte svært individuelle vurderinger i denne fasen, noe som kan gjøre det vanskelig å generalisere hva som gjør at beslutningene svinger den ene eller den andre veien. Like fullt må man prøve, slik at måten vi har valgt å utforme og kommunisere om produktet på, fører til at det blir akseptert.
- Det neste steget er implementering, og det er her gjennom bruk av teknologien eller prediket, at brukeren bestemmer seg for om han eller hun skal fortsette bruken eller ikke.
- Dersom produktet eller teknologien adopteres, er det siste steget bekreftelse på adopsjonen. Det betyr at innovasjonen nå er en del av adoptørens hverdag.

Det sosiale systemet

Det siste punktet Rogers vektlegger som er avgjørende for kommersiell suksess, er det sosiale systemet en arbeider inn mot, og hvordan dette systemet ser på innovasjon og den type løsning en har å komme med. Det sosiale systemet er å regne som selve setningen for diffusjonen og må derfor omhandle med stor aktsomhet. Adopsjon kan skje på ulike måter. Man har valgfri adopsjon, der adoptøren på egen hånd velger å adpoterer innovasjonen. Kollektiv adopsjon betyr at flere i en gruppe adopterer innovasjon. Dette kan skje ved at man i gruppen blir enige seg imellom om å adoptere teknologien, eller at man følger opinionsledere som tar beslutningen for gruppen. Til slutten har vi autoritær adopsjon der man er tvunget til å adoptere innovasjonen.

Kap 3

Kapittel 3 Entreprenørskap og forretningside

Fokus på entreprenørskap og oppstartbedrifter

Som entreprenør kan man dele veien til markedet opp i ulike faser. Det første steget på denne veien er gjenre at man kommer med noen gode ideer gjennom idegenerering, videre at man utforsker forretningsideer og identifiserer unike muligheter gjennom en fase som kalles idefangst. Denne første verifisering av om ideen du har er god nok til at noen vil satse pener på den, kaller vi en mulighetsstudie. Dersom mulighetsstudien viser at det er verdt å gå videre trengs mer grundig arbeid for å undersøke det kommersielle potensialet for ideen. Dette finner man ut ved å undersøke det kommersielle potensialet for ideen. Dette finner man ut ved å utarbeide en forretningsplan, som setter noen overordnede mål, legger en strategie om hvordan du skal nå målene og hvilke menneskelige og økonomiske ressurser som trengs.

Forholdet mellom innovasjon og entreprenørskap

Ordet “innovasjon” brukes mye i dagligtalen, og brukes som betegnelse på svært ulike fenomener. Ny teknologi fremstilt i et kostbart laboratorium med tanke på å revolusjonere verden kan bli betegnet innovativ. Innovasjon prosessen fremmer en industri forandring, som ustanselig vil revolusjonere og ødelegge den gamle økonomiske strukturen innenfra og skape en ny. “Ødelesen” av eksisterende systemer gjennom innovasjoner er selve esensen i et kapitalistisk system og blir betegnet som kreativ destruksjon. Ifølge Schumpeter kan innovasjon skje på en av følgende måter:

1. Lansering av et nytt produkt/tjeneste eller en ny versjon av allerede eksisterende tjenester
2. Applikasjon av nye produksjons eller salgsmetoder til et produkt/tjeneste
3. Å skape et nytt marked i en bransje
4. Anskaffelse av nye råmaterialer eller halvfabrikat
5. Ny bransjestruktur som skaper eller ødelegger en monopolistisk posisjon

Innovasjoner som representerer en fullstendig ny situasjon, omtales som radikale eller doskontinuerlige innovasjoner. Andre type innovasjoner representerer ikke riktig så store endringer. Disse kalles inkrementelle innovasjoner, og har preg av mer stevise endringer, ofte drevet av altorer som allerede er inni imarket, Dette kan være msp forbedringer i eksisterende produkter eller produksjonsmetoder. En “dings” som er galt ny, men som ingen er interessert i å skaffe seg, er med andre ord en oppfinnelse, men ikke en innovasjon. På denne måten kan vi skille mellom en oppdagelse og gjennomføring. Bare tenk på at det finnes tusenvis av geniale oppfinnelser som aldri har posisjonert seg til bli verdifulle hverken for individer eller samfunnet.

Entreprenørskap

Det finnes i dag ingen eksakt definisjon på hva en entreprenør er eller hva entreprenørskap er, men vi skal allikevel diskutere hva det innebærer. I selve kjernen av entreprenørskap finner vi hvordan individer gjenkjenner muligheter og utnytter disse gjennom å skape, tiltrekke seg og kombinere ressurser. Innovasjoner innenfor bedrifter som allerede eksisterer, blir ofte referert til som intraprenørskap. Andre entreprenører driver med sosialt entreprenørskap, hvor samfunnsøkonomiske eller miljømessige gevinster er målet fremfor ren profitt. Bredden til entreprenørskap kommer tydelig frem i OECD sin definisjon, hvor entreprenørskap er til stede i både små og store selskaper, i nye selskaper og etablerte familiebedrifter, i private bedrifter som fokuserer på profitt og sosiale bedrifter som søker å generere bredere sosiale og miljømessige fordeler, i den formelle og uformelle økonomien, i lovlig og ulovlig aktivitet, i innovative og mer konvensjonelle områder og i alle regioner og økonomiske underskter.

Ressurser, risiko og “lean” oppstart

Tilgang og knapphet på ressurser er kritiske tema innen entreprenørskap, ettersom entreprenører kan velge å forfølge muligheter uten at de nødvendigvis har tilgang til de nødvendige ressurser i form av kapital, mennesker og utstyr i starten. Dette er en av hovedkildene til risiko og usikkerhetsfaktorene en entreprenør må ta hensyn til i en kommersiell prosess. Som entreprenør må man forstå hvordan man skal vurdere og

koordinere de ressurser man har, og kunne bruke disse på et gitt tidspunkt. Som entreprenør er det viktig å kunne skille mellom to beslektede begreper: risiko og usikkerhet markerer dette ved å definere usikkerhet som en ikke kalkulerbar ukjent variabel det er entreprenørens rolle å bære. Entreprenøren kan konvertere usikkerhetsfaktorer til risikofaktorer ved å gjennomføre små eksperimenter som avdekker sannsynlighet og konsekvenser og igjen forsøke å redusere risikofaktorene. En lean oppstartsprosess vil starte med at entreprenøren danner seg noen grunnleggende hypoteser som forretingiddene. Deretter gjennomfører man eksperimenter som stimulerer og gir de nødvendige resultatene for å bekrefte eller avkrefte hver hypotese. Baset på dette må man enten beholde eller pivotere deler av løsningen sin. En pivotering er et strategisk retnings skifte som gjør at bedriften havner i en bedre posisjon nærmere markedet enn den opprinnelige.

Den entreprenærielle bevisstheten

I en entreprenøriell prosess er man tvunget til å tenke og ta beslutninger annerledes enn hva man ville gjort dersom det var tilgang til alle nødvendige ressurser. Kreativitet og løsningsorientering skyter som regel i været når man må bruke det man har tilgjengelig for å løse et problem. Kartlegging av den entreprenærielle beslutnings metoden blir kalt effectuation. Denne metoden er forskjellig fra caution, som er annen modell. Forskjellen mellom disse er mellom målet og midler. Ved causation så estimerer du og predikerer du et mål men er åpen til midler men på den andre siden så har du kontroll på midler men står åpen for målet. Det er fem grunnleggende prinsipper i en effektuerings modell:

1. Fugl i hånden
2. Det akseptable tapet
3. Lappeteppe
4. Limonade
5. Flypilot

Det er selvfølgelig ikke slik at man tenker enten kasuelt eller effekterende, men å være klar over de forskjellige modellene vil hjelpe deg som entreprenør å ta beslutninger ut ifra omstendighetene. Effektuering harmoniserer svært godt med lean oppstart filosofi og er til sammen to svært karakteristiske kjennetegn på suksessfull entreprenør.

Forretningsiden

Som enhver disiplin er man avhengig av mye øvelse for å bli god entreprenør, men det er av stor viktighet at ideen du velger å kommersialisere faktisk er en forretningsmulighet. En får mulighet er et gunstig sett med omstendigheter som skaper et behov for et nytt produkt eller en ny tjeneste en har fire esseierte kvaliteter ved seg:

- Forretningsideen din skal være attraktiv for kunden din og må ha et korrekt kundeløfte
- Timing referer til modenheten i et marked for produktet eller tjenesten, noe som selvsagt styres av mange variabler og er svært vanskelig å måle. Følger forretningsideen din trener i markedet viser potensielle kunder stor interesse for produktet ditt, og løser du et konkret problem de sliter med akkurat nå?

- Robust referer til bærekraftigheten i bedriften og forretningsideen. En grunnleggende karakteristikk ved å drive forretninger er å ha gjentakende omsetning.
- Foretningsideen må være forankret i et produkt eller tjeneste. Urovekkende mange forretningsideer som prøver å løse problemer er ikke forankret i rett produkt eller tjeneste.

Det finnes to markedssøk:

- Teknologien skyver er en typisk attributt ved forskningsunge prosjekter som har resultert i forskjellige teknologiske produkter som man tror kan bruke til noe.
- Markedet rekker har fra utgangspunktet en ide om hvilket konkret problem man forsøker å løse i markedet. Ethvert eksisterende marked har problemer som aktører ønsker å få løst, enten som det er markdesledere eller mindre aktører.

Mulighetsstudier

En mulighetsstudie er en svært effektiv måte å kartlegge kommersialiserings potensialet til forretningsideen din. Det er en prosess som hjelper deg å skape et rammeverk for oppstartsbedriften din og fine grunnleggende søyler som forretningsmodellen din bær bygges på. Ved å se på faktorer relatert til produktet, marked, organisasjon og økonomi tar man en avgjørelse om forretningsideen bør tas videre. En mulighetsstudie kan strukeres om en intensiv prosess over noen dager eller spres utover lengre periode, som resulterer i et skriftlig dkomunet. Det er anbefalt å ha klare mål for når man skal anse mulighetsstudien som tilstrekkelig slik at man kan ta datt på forretningsutvikling fasen. Før du begynner en mulighetsstudie, gjør du deg noen grunn hypoteser om produktet. Gjennom kontakt med potensielle brukere, samarbeidspartnere kunder leverandører og produsenter pivoterer man rundt disse grunnhypostene for å finne en bærekraftig forretningsmodell. Du bør ha etablert følgende grunn hypoteser før du iverksetter mulighetsstudien

1. Prouktet/tjenesten som skal lages, løser problem x
2. Kunden til dette produktet er x
3. Kunden vil kjøpe dette prduktet fordi x
4. Vi skiller oss ut fra andre produkter fordi x og dett er noe kunden bryr seg om.
5. Det er en unik ulighet i markedet til å lage produktet/tkenesten fordi x.

Informasjonsinnenting

Dette innebærer at man ringer, kontakter og møter partene for å hente ut verdifull informasjon som vil hjelpe deg med å strukturere en forretningsmodell. Gode infromasjonskanaler er:

- Kunden
- Spørreundersøkelser
- Fokusgrupper
- Intervjuer
- Nettverket ditt
- Bransjeforeninger
- Etablerte aktører i markedet
- Konkurrenter
- Distributører produsenter og leverandører av konkurrerende tjenester i dag

Innholdet i en mulighetsstudie

Når du er klar for å kalle kommersielliseringsprosessen til foretagingen din, kan du bruke denne målen for å få en oversikt og strukturere tanken dine rundt selskapsstruktur og forretningsmodell.

En mulighetsstudie strukeres fire hovedområder:

- Produkt
- Marked
- Team
- Økonomi

Marked Beskrivelse. En markedsbeskrivelse bør gi et objektive bilde av dagens markedssituasjon med hovedtrender som arbeider for og eventuelt imot din forretningside. Et marked defineres i denne boken som gruppen av kjøpere og selgere som utvikler ressurser og bruker hverandre som referanser før og etter transaksjoner.

Forettingsmodell

Basert på informasjonen du henter inn fra markedet, og hvordan hypotesen dine utvikler seg i samsvar med dette, skal vi nå se nærmere på selve grunnlogikken i selskapet ditt, nemlig det som kalles forretningsmodellen din. En forretningsmodell beskriver hvordan selskapet ditt skaper, lever og fanger verdi hos kunder, produsenter og leverandører. Den forteller oss hva vi skal tilby, hvordan vi skal gjøre det, til hvem, hvem partnerne våre er og hvordan vi skal få lønnsomhet i bedriften. Foretaksmodellen er i seg selv et godt verktøy for å dobbeltsjekke at bedriftens byggesteiner danner et solid fundament for å ta en teknologi eller tjenester til markedet. Den mest brukte fremstillingen av forretningsmodellen er Ostwalders Business Model Canvas. Modellen bygger på ni kommentarer som til sammen utgjør det grunnleggende designet til et vilkårlig selskap. I de forskjellige rutene kan du i løpet av mulighetsstudien plote inn dine antakelser og hypoteser og holde oversikt over ringviktene en pivotering av for eksempel salgskanaler vil ha på inntektsmodellen. Verdiforslag er et sentralt utgangspunkt i denne modellen, på samme måte som at den styrer retningen til mulighetsstudien som helhet. Basert på den har man et tenkt kundegment som verdiforslag appellerer til og får utløsende salgs effekter. To elementer styrer denne slags effekten, nemlig kundeforhold og kanaler. Kundeforholdet referer til hvordan selger og kjøper kommuniserer både før, under og etter salget. Kanaler omhandler hvilke kanaler du når kundene dine gjennom. For et typisk B2C - produkt som skal inn for eksempel matvarehyllene, vil man gå gjennom en detaljhandler eller grossist. For et tungt teknisk konsept som kun skal anvendes av oljeserviceselskaper, vil man etablere kanaler hvor personlig salg er vanlig. Nøkkelaktiviteter beskriver de helt fundamentale operasjonene bedriften skal bedrive. Nøkkelressurser er rettet mot de komponentene i ressursbasen din som bidrar til å gi bedriften et konkurransefortrinn. Dette er de viktigste komponentene som gjør forretningsmuligheten til en reell mulighet. For mange forsknings nye oppstartsbedrifter vil de å ha verdens ledende forskere på teamet være en viktig nøkkelressurs for å bevare veksten. Nøkkelpartnere er nettverket ditt av gode hjelpere slik som produksjonspartner, designbyrå, advokatbyrå og mentor. Kostnadsstruktur er en oversikt over ressursbruken tilknyttet aktivitetene. Dette er kostnadsdrivere som er forbundet med markedsføring salg kontorlokaler, forskning, service, etc. Inntektsstrøm er ofte det de fleste

forveksler en forretningsmodell med. En inntekstrøm eller en inntjening modell er ikke det samme som en forretningsmodell, men inngår som en viktig del av forretningsmodellen.

Teamet

Som oppstartsselskap vil du sette sammen et team bestående av kompetente individer som har komplementære ferdigheter og kunnskap. For investor er tema det desidert viktigste man ser på når man vurderer inntjeningssgraden til et selskap. Et reelt bilde av situasjonen slik at man kontrollerer eventuelle avvik gjennom en samarbeidsavtale eller skonæravtale.

Økonomisk analyse

Som nevnt tidligere er en bærekraftig forretningsmodell kjennetegnet ved at man har gjentakende omsetning, som betyr at forholdet til kundene opprettholdes etter at en transaksjon har blitt utført og dermed minker kundegrunnlaget ditt. For å beskrive det økonomiske potensialet til bedriften er det vanlig å gjøre enten en kontakt strømanalyse eller skissere et enkelt budsjettet som viser på hvilket tidspunkt det er tenkt at bedriften nå nullpunktsomsetningen, altså der vi verken tjener eller taper penger. Her ønsker man å gjøre kvalifiserte gjetninger på kunde/bruker/salgsvekst gjennom å vise til en sammenheng mellom strategi og innhentet informasjon fra markedet.

Kapittel 4 Forretnings Planlegging

Det finnes forskjellige syn på om forretningsplanlegging er viktig eller ei. Begrepet forretningsplanlegging indikerer en tilnærming til kommersialisering der man smaler relevant kunnskap, tester antaksler, lærer, samler ny kunnskap, tester, lærer og så vider, og at dette gjennomføres som en kontinuerlig prosess. Skal man planlegge for entreprenørskap, må man erkjenne at dette handler om usikkerhet og risiko. Tidlige faser preges mest av usikkerhet, mens etter hvert som forhold blir bekreftet og avklart kommer man over i en fase preget av risiko. Denne usikkerheten er selvsagt et dilemma fordi det blir vanskeligere å planlegge og entreprenører står ofte overfor uhyre kompliserte beslutningsprosesser.

Forretningsplanlegging som prosess

Forretningsplanlegging som ressursgenerator

Entreprenørskap handler om å sette sammen ressurser på en måte som markedet oppfatter som nye ressurser er grunnlaget for bedriftens konkurransekraft. Det betyr at ressurser er enstrale byggeklosser for etablerte bedrifter. Dilemma er at spesielt unge entreprenører ikke har tilgang til nødvendige ressurser verken finansielle, sosiale eller kunnskapsbaserte ressurser. En måte å få oversikt over tilgjengelige ressurser på er å systematisere disse i et SWOT-diagram. Dette analyseverktøyet som brukes for å vurdere bedriftens interne styrker og svakheter og forhold i omgivelsene som gir muligheter, men som også kan true forretningskonseptet. Hensikten

med å bruke et SWOT-diagram er for det første at vi får en oversikt over status på interne og eksterne forhold som kan påvirke bedriftens suksess. Et annet mye brukt analyseverktøy er PESTEL. Dette verktøyet har til hensikt å systematisere ulike eksterne forhold som kan påvirke forretningskonseptet enten negativt eller positivt. Disse elementene er politisk, økonomiske, sosiale, teknologiske, miljømessige og legale. Dette verktøyet kan brukes selvstendig eller sammen med O-en og T-en i SWOT. Et tredje analyseverktøy er Barneys VRIO, som brukes for å systematisere og vurdere tilgjengelige ressurser. Dette verktøyet er først og fremst utviklet for å analysere menneskelige ressurser men kan også brukes på andre typer ressurser. Hensikten er å sette entreprenører i stand til å vurdere i hvilken grad disse ressursene kan bidra til å oppnå varige konkurransefortrinn.

Forretningsplanlegging som kunnskapsgenerator

For å kunne håndtere kunnskap som ressurser må man forstå hva som kjenner kunnskap. Den tause kunnskapen er personlig, basert på unik erfaring, bygge på persepsjoner, fortolkninger og modnes over tid. Den utvikles ofte i prosesser sammen med andre, som gjør at den er vanskelig å kopiere, fordi situasjonen, kontekst tid, tidsånd og mennesker som er involvert, ikke kan kopieres. Kunnskapsoverføringen kan vanligvis skje uavhengig av tid og rom noe som også begrenser muligheten for å imitere. For en uerfaren entreprenør kan dette analyseverktøyet brukes til å

- Definere næringskjeden, både i lengde og hvilke posisjoner den består av
- Identifisere hvilke aktører som befinner seg i de ulike posisjonene
- Kategorisere aktørene etter relativ konkurransekraft, og samtidig identifisere aktørens kjøpskriterier og kundente/verdi. Videre vil man gjennom å studere posisjonene nøye også kunne avdekke strategiske allianser som kan forklare tilsynelatende irrasjonelle valg
- Analysere optimal inngangsposisjon i markedet, og vurdere hvor mye resurser som kreves for å oppnå en viss konkurransekraft.

Kapittel 5 FINANSIERING AV VEKSTBEDRIFTER

HVILKE BEDRIFTER HAR BEHOV FOR EKSTERN FINANSIERING?

Av bedriftene som etableres, vil mer enn 90 % havne i kategoriene levebrødseller hobbybedrifter. Disse bedriftene har i svært liten grad behov for ekstern finansiering (egenkapital eller lån). Det er de potensielle vekstbedriftene som opplever det å skaffe nødvendig finansiering (låne- og egenkapitalfinansiering) som en utfordring når det gjelder å realisere sitt vekstpotensial. For bedriftene med vekstambisjoner så vil kapitalbehovet gjerne være relatert til fire hovedområder: a) finansiering av produktutvikling (inkl. prototyping), b) håndtering av likviditetsutfordringer i forbindelse med vekst (dvs. at man har kapital til å håndtere de løpende utgifter som bedriften pådrar seg), c) finansiering av fysisk utstyr, infrastruktur etc., og d) finansiering av markedsintroduksjon/vekst. Men utfordringene til disse

vekstbedriftene varierer i forhold til hvilket stadium og hvilken bransje bedriften er i. Dersom en ser på bedriftenes utviklingsløp, kan dette beskrives ved ulike faser som etablereren og bedriften gjennomgår.

OM ANVENDELSEN AV ULIKE FINANSIERINGSKILDER

I oppstartsfasen er den vanligste kilden til finansiering entreprenøren selv (og dennes familie). I tillegg til oppsparte midler anvendes en rekke kreative bootstrapping-meto der for finansiere aktivitetene knyttet til oppstartsfasen. Dette er altså alle mulige måter man kan anvende for å redusere bedriftens kapitalbehov. Bedrifter med et betydelig vekstpotensial vil som nevnt ha behov for tilførsel av ekstern kapital. Men det er nettopp disse bedriftene som ikke kan stille tilstrekkelig sikkerhet. De mangler gjerne også noen form for forhistorie (track record) og sliter dermed med å få finansiert sin utvikling. Det er i denne fasen at forretningsengler (business angels) kan spille en nøkkelrolle, og kan således bidra med å dekke deler av det kapitalgapet som eksisterer. Selv om enkelte bedrifter får tilgang til den nødvendige kapital gjennom denne typen kanaler, har mange opplevd problemer med å få kapital i de tidligste stadier av selskapets utvikling, dvs. såkornstadiet (tiden før første salg) og oppstartsperioden. Bedriftene med et høyt vekstpotensial vil ha et betydelig kapitalbehov som de private investorene vanskelig kan bidra med. Denne typen fond lever av å gjøre investeringer i selskaper som har stort potensial, men som det også er knyttet betydelig usikkerhet til. Videre yter disse fondene et betydelig bidrag når det gjelder å profesjonalisere de bedriftene de går inn i. En del av disse vil igjen ha en såpass positiv utvikling at de er aktuelle for børs, blir oppkjøpskandidater osv. Men man skal være oppmerksom på at det bare er et fåtall bedrifter som får finansiering fra venturefond. Det er viktig at entreprenører med vekstambisjoner stiller seg spørsmålet om hun eller han ønsker å ha med eksterne investorer inn i bedriften. Det å involvere ulike typer egenkapitalinvestorer vil innebære at entreprenørteamet må gi fra seg deler av kontrollen i bedriften og gi investorene innflytelse i den videre utviklingen.

MER OM ULIKE FINANSIERINGSKILDER FOR VEKSTBEDRIFTER OFFENTLIGE VIRKEMIDLER

I de tidlige fasene vil ulike former for offentlige tilskudd kunne være en viktig kilde til ekstern finansiering av vekstbedrifter. I Norge vil dette typisk være tilskudd fra Norges forskningsråd og Innovasjon Norge. Nedenfor følger noen 87 eksempler på offentlige virkemidler/programmer som norske vekstbedrifter kan søke om:

- INNOVASJON NORGE
- BANKER
- FORRETNINGSENGLER (BUSINESS ANGELS)
- LOTTOINVESTORENE (LAV KOMPETANSE OG LAV AKTIVITET)
- TRADERE (LAV KOMPETANSE, HØY AKTIVITET)
- ANALYSTISKE INVESTORER (HØY KOMPETANSE, LAV AKTIVITET)
- FORRETNINGSENGLER (HØY KOMPETANSE, HØY AKTIVITET)
- FOLKEFINANSIERING (CROWDFUNDING)
- INSTITUSJON ELLE VENTUREFOND

FORVALTNING AV EIERSKAPET - INVESTORENS STÅSTED

En måte å se på forvaltningen av eierskapet er å modellere dette som en sekvensiell modell for investeringsprosessen til investorene. En skiller gjerne mellom de aktiviteter som skjer forut for inngåelse av kontrakten, og de aktiviteter som skjer etter inngåelse av kontrakten om investering. Før kontrakthinngåelse er hovedoppgaven identifisering og seleksjon, og etter kontrakthinngåelsen er investorens oppgave kontroll og verdikjennende aktiviteter.

FØR INVESTERING

Den største utfordringen i denne fasen er å plukke vinnerprosjektene. Mange investorer frykter at deres innskutte kapital ikke forvaltes godt nok av entreprenørene eller at ledelsen har alliert seg med andre eiergrupper. Dette kan være forårsaket av informasjonsskjevhet før investeringen skjer, og kan resultere i ugunstig seleksjon (adverse selection). Videre betyr dette at tilbudet av risikokapital avspeiler gjennomsnittsriskoen i $w = 0$ markedet, noe som betyr at de minst risikoutsatte bedriftene vil søke å finansiere > 0 sine prosjekter med interne midler, og dette kan medføre at de beste prosjektene ikke søker ekstern egenkapitalfinansiering fordi betingelsene sett fra bedriftens ståsted er for dårlige. Løsningen på seleksjonsproblemet kan være å produsere $O(1)$ bedre informasjon til markedet om de selskaper som søker finansiering av sine investeringsaktiviteter. Den private investoren kan her spille en sentral rolle, siden denne ofte sitter inne med kompetanse som kan redusere informasjonsskjevhetene i relasjonen mellom investor og bedrift. Hvis vi antar at den private investoren har slik kompetanse, vil denne i større grad kunne plukke ut de beste prosjektene og tilby disse finansiering til riktig pris. Videre har investorene i mange tilfeller spesialisert seg innenfor teknologi og investeringsfase, eller de ønsker å fokusere på prosjekter med geografisk nærhet. Spesialiseringen som investorene har, vil være med på å luke ut mange prosjekter i første runde.

ETTER INVESTERINGEN

Etter investeringsbeslutningene er tatt og investeringsfasen er over, endrer oppgavene til investorene seg betraktelig. Det er vanlig at investorer som ønsker å være aktivt involvert, krever styrerepresentasjon i de bedrifter de investerer i (porteføljebedrifter). Dersom utviklingen av en porteføljebedrift går dårlig, vil noen investorer ha avtalemessige klausuler slik at de kan kreve å få skiftet ut hele eller deler av ledelsen i bedriften. Kapitaltilførselen til porteføljebedriftene skjer i faser, og det kreves at porteføljebedriften har utviklet seg tilstrekkelig for å få finansiering i neste runde. utfordringene relatert til overvåkning og kontroll etter at investeringen faktisk er gjort, har ofte sin bakgrunn i informasjonsskjevhet i relasjonen mellom entreprenør og investorer, ofte kalt moralsk hasard.

SOSIAL KAPITAL

Investorer kan med sine kontakter skape et fellesskap eller et nettverk som entreprenøren får ta del i. To ulike perspektiver kan tegnes. Det ene er et nettverk av broer (bridging view) som entreprenøren kan benytte, og opprette egne kontakter. I det andre perspektivet kan investoren

aktivt knytte entreprenøren til sine kontakter for samarbeid i prosjektet med mulighet for en strategisk allianse. I praksis vil fellesskapet som investoren skaper, kunne inneha begge perspektivene hvor entreprenøren får ta del i og lære miljøets innarbeidede kultur, språk og koder.

ERFARING SOM ENTREPRENØR/BEDRIFTSLEDER

Ofte har investorene erfaringer som entreprenør. Erfarne aktører har gjerne gjennomgått alle faser og blitt eksponert for vanlige problemer underveis. Kan hende har det gått galt, men dette er også en verdifull erfaring. Investoren kan overføre slike verdifulle erfaringer til den nye entreprenøren. Fordi investoren har vært i en lignende situasjon, har han således mulighet for å tegne et riktigere bilde av hvordan entreprenøren tenker, noe som gir et potensial for bedre samarbeid.

ERFARING I BRANSJEN

Studier viser at investorene ønsker seg en form av «nærhet» til investeringene QJ sine. Dette kan ha flere grunner. En av dem er at investoren kjenner en spesifikk bransje og føler seg komfortabel i denne. Med erfaringer følger gjerne personlige kontakter som også kan komme godt med for entreprenøren.

ERFARING SOM FORRETNINGSUTVIKLER

Det er av både entreprenøren og investoren at forretningsutviklingen blir ivaretatt på en best mulig måte. En ung og ny entreprenør har ofte lite eller ingen erfaring når det gjelder å bygge opp en forretning og utvikle denne. Investoren kan ha erfaringer på dette området og fungere som mentor, eller kjenne til andre gode hjelpere. På denne måten kan investoren gi verdifull støtte og kunnskap som forhåpentligvis vil styrke samarbeidet og gi større felles verdiøking.

MOTIVATOR

Investoren kan bruke ulike virkemidler for å motivere entreprenøren til f.eks. fremdrift eller opprettholde tro og utholdenhet til prosjektet. Å være en motivator er gjerne knyttet opp mot personlige egenskaper slik som entusiasme, være lyttende, vise empati, men også være konsekvent og tydelig, sette grenser og stille krav. En investor som har motiverende egenskaper vil kunne gi verdifull vitamininnsprøytning, spesielt i harde og tøffe situasjoner der faren for at entreprenør og foretaket knekker sammen er størst.

Kapittel 8 Teamarbeid

Bakgrunn for teamarbeid

Den første systematiske forskningen om teamarbeid kan spores tilbake til 1920 og 30 årene. En gruppe forskere gjennomførte på denne tiden en undersøkelse i en fabrikk tenfor Chicago. Det startet med en kampanje fra produsentene av elektrisk lys om å få industrien til å gå over til å bruke kunstig belysning. Industrien lot seg ikke overbevise, og det ble foreslått å undersøke dette vitenskaplig. I første runde fant man ingen sammenheng mellom lys og produktivitet, produktiviteten økte med mer lys med det gjorde kontroll gruppen også. Man antokk økelsen kom fra at flere ledere var til stede. Etter flere forsøk med samme resultat så at folk som jobbet i team med ledere som passet på dem som ville være mer produktive, samtidig så hadde trivsel noe med dette å gjøre. Dette ble kalt "Hawthorne-effekten". Kort fortalt så har intern sosiale og psykologiske forhold i en gruppe en stor innflytelse på evne og mulighet til å løse oppgaver. Senere var det stor oppmerksomhet i Storbritannia om at innføring av ny teknologi ikke ga økningene i produktivitet som var ønsket. Da moderne teknologi ble innført og arbeidet ble organisert hierarkisk med formenn og arbeidere som jobber hver for seg med spesialiserte oppgaver. Den uformelle grupper organisering ble altså fjernet og resultatet var økt misnøye og sykefravær. Organisasjonsteorien hadde så langt fokusert enten kun på teknologi, struktur og vitenskapelig ledelse, eller kun på sosiale forhold. Det nye nå var det tette samspill mellom teknologi og det sosiale systemet, man måtte ta høyde for begge deler samtidig. Disse erfaringene gjorde at forskningsmiljøet i London ønsket å undersøke gruppebasert produksjon nærmere. Dette ledet til flere forskjellige prosjekter som konkluderte med at gruppe basert produksjon var noe som var vært å se på.

Team - Hva det er

Johnson og Johnson definerer en gruppe som å være kjennetegnet av mål. Gjensidig avhengighet, samarbeid oppfattelse av medlemskap, struktur gjensidig påvirkning og motivasjon for samarbeid. Grupper er altså mer omfattende enn team. En definisjon av team vil derimot fokusere mer på prestasjon. I tillegg til å ha felles mål har teamet en felles presentasjonsform når det gjelder de oppgavene som skal utføres. Disiplinert handling er også noe som gjør en gruppe til et team, man har et formål og en forpliktelse til å levere dette. Teamet har videre en klar arbeidsoppgave som definerer målene for aktiviteten. Temaet er dessuten pålagt bestemte prestasjons normer. Et team kan alltså defineres som minst to personer som har ansikt til ansikt relasjoner i samspill som utføring av arbeidsoppgaver. Det må eksistere over en viss tid, det må etablere følesemessige forbindelse mellom medlemmen, de må ha felles mål og ledelse mot målet, en felles forståelse av prestasjonskrav og det må være bestemme kriterier for medlemskap.

Når teamarbeid egner seg

Teamarbeid er ikke alltid det beste. Det å bli bevisst når man bør jobbe hver for seg og når man bør jobbe i felleskap, er vesentlig å ha med seg. Team er en krevende arbeidsform og bør bare velges når det er hensiktsmessig. Når løsning av en oppgave krever stor grad av kreativitet og nyskapning, er team også en hensiktsmessig arbeidsform. Teamarbeid er en svært effektiv måte å lære på.

Oppstart av et nytt team

I et nyutdannet team har medlemmer enn ikke danner feels normer og verdier. Erfaring viser at slike normer skapes ganske tidlig og blir i stor grad formende for arbeidet. Teamarbeid trenger normer for å fungere men noermene komme rpå forskjellige måter men det er viktig at mer legger opp for å lage disse på starten av prosessen. I stedet for å overlate all normdannelse til tilfeldighet, kan de være en god ide å blir enig om noen grunnleggende kjøreregler. Grupper fungerer betydelig. Bedre hvis retningslinjer blir drøftet åpnet i startfasen. En typisk feil som gjres i startfasen, er at man ikke karlegger forventningene godt nok. En annen vanlig feil i oppstarten er at felles mål ikke klargjøes. En tredje feil er å la være å lage en felles definisjon av problemet eller den oppgaven som skal løses.

Teamkontakt

Vi kaller oppsettet vårt for teamkontakt, eller MRPI-modellen. Fire moneter som må avklares for et team.

- Mål
- Roller
- Prosedyrer
- Inter Personlige forhold

Rekkefølge på disse elemntene er ikke tilfeldig. Målet gir uttrykk for hva ønsker å oppnå. Målet gir uttrykk for hva man ønsker å oppnå. Rolle Hvem bør gjøre hva for å hjelpe teamet til å nå sine egne mål? Er det noen oppgaver som enkelte kan ivareta bedre enn andre? Den rollen man her, bestemmer hvordan den enkelte vil fungere i teamarbeidet. Prosedyrer. Dette handler om regler, normer og rutiner for hvordan team prosessen skal fungere.

- Hvordan skal beslutinger tas?
- Hvordan skal arbeidsoppgavene fordeles?
- Hvordan skal vi tilkalle hjelp utenfra?
- Hvordan skal opplæring foregå?
- Hvordan skal vi dele informasjon?
- Hvordan skal teamet takle eventuelle konflikter?
- Hvordan skal møtene ledes?

Interpersonal forhold. Når vi går inn i et team, bringer vi med oss hele mennesket. Både tanker, følelser, forestillinger, normer og verdier blir med på lasset. Teamet fungerer ikke optimalt utne at også det sosiale klimaet er godt. Inter Personlige forhold er ofte et resultat av mål, roller og

prosedyrer. Dersom teamet opplever er ofte et resultat av mål, roller og prosedyrer. Dersom teamet opplever de interpersonlige forholdene som problematiske, kan ofte endringer i mål, roller eller prosedyrer gjøre forholdet bedre.

Kommunikasjon i team

Kommunikasjon er grunnleggende for både etablering og utvikling av team. Med kommunikasjon mener vi den utveksling av meninger, oppfatning, tanker og følelser som skjer mellom mennesker. Kommunikasjons Prosessen vil alltid omfatte to roller: en sender som ønsker å formulere et budskap, og en mottaker som skal forstå dette budskapet. Hensikten med prosessen er å overbringe budskapet fra en sender til en mottaker på en slik måte at mottakeren forstår hva senderen mener. Det er viktig at sender har en vis kredibilitet som fører til at mottaker tror på budskapet, en dårlig kredibilitet kan føre til at en sender sitt budskap blir mistolket eller så kan mottaker raskt tro det helt motsatte av det sender mente. Den andre aktøren i en kommunikasjonsprosess er mottakeren. Mottakeren må være i stand til å forstå senderen atferd. Språket som benyttes er viktig, for mottakeren må kunne tillegge de språklige ytringene det samme meningsinnhold som senderen. Språket blir ureflektert tolket til at ord og begreper betyr det samme for alle. Men det viser seg at mennesker svært ofte misforstår hverandre. For å bli trygg i en tolkning er det viktig å sjekke det ut med den som sender budskapet. Effektiv kommunikasjon er derfor viktig i teamarbeid på flere måter. Hvis man er på et møte hvor egne ideer og tanker ikke blir lyttet til, vil man føle ubehag. Det blir vanskelig å engasjere seg i beslutningen som fattes. I et team som fungerer godt, vil alle føle at de er inkludert og blir verdatt. Ferdigheter i aktiv lytting er viktig for team, men vanskelig disse punktene er viktig:

- Reformulering av innhold, tanker og følelser.
- Gjenspeiling av konsekvensene.
- Gjenspeiling av følelser
- Oppmuntring til videre utdypning
- Ikke-verbal lytterrespons

Beslutningsprosesser i Team

Vi har en tendens til å tenke på beslutninger som idelle, rasjonelle, analytiske og velorganiserte. Selv om vi innser at vi ikke handler helt rasjonelt, kan det likevel være fornuftig å bli klar over hvorfor man gjør det man gjør, og ikke alltid være fornøyd med at vi pleier å gjøre det sånn. Kommunikasjon er viktig i beslutningsprosesser Dette er noen forskjellige beslutningsmetoder innenfor team:

- Autoritetsbeslutninger: Ofte velger man en organisasjonsform slik at det vil være lederen, ordstyreren eller en annen med formell autoritet som tar beslutningen.
- Minoritetsbeslutninger: Denne måten å ta beslutninger på skjer når noen få medlemmer benytter taktikker som fører til at det blir tatt beslutninger før resten av teamet har fått sjansen til å få et ord med i laget.

- Majoritets Avgjørelser er det vi vanligvis forbinder med en demokratisk fremgangsmåte og det reflekter parskis onnefor vårt politrise system. Dette gjøres vanligvis i team ved at man lodde stemningen rundt bordet for å deninfere det som flertallets syn.

Ledelse i Team og ledelse av organisasjoner

Det er ganske vanlig å oppfatte som en personlig egenskap. Man tar da utgangspunktet i at enkelt eperosner har medfødte egenskaper som gjør dem spesielt egnet for ledelsesoppgaver.

Det finnes flere forskjellige typer leder former:

- Delegerende gi de ansatte stor frihet til å ta hånd om oppgavene, og det forutsettes lite inngrep fra lederen.
- Støttende utøve lite direkte string, men bidra med høy grad av støtte til de ansatte
- Coaching bidra med stor grad av starting kombinert med støtte til medarbeider
- Styrende styrke strekt og bidra med lite støtte

Kapittel 10 Markedsføring og verdiskaping

Verdiskaping

En markedsplan handler mye om hvordan bedriften utfører markedsføringen sin. DEn tar alltid utgangspunkt i en overordnet forståelse for hva bedriften driver med, og hvordan den skaper verdi for kunder, og for eierne. Det fins mang emåter å forkalre verdi på. For en kunde vil et produkt ha en subjektiv verdi, og dersom prisen på produktet er under den verdien kunden vurderer den til, vil kunden være villig til å betale denne prisen for produktet. Målsettingen for en bedrift er som oftest å skape noe somhar verdi for kunden. Fra bedriften sin side er det en ting til som må vurderes, nemlig om bedriften klarer å skape verdien til kunden til en lavere kostnad enn den prisen kunden er villig til å betale. En bedrift bruker ressurser for å kunne levere verdi til kunden. Disse ressursene kaller vi gjerne innsatsfaktorer. Å skape verdi i finansiell forstand er å skape noe som er mer verdt en summen av innsatsfaktorene.

Markedsføringens rolle i verdiskaping

Markedsføring er vitenskapen og kunsten bak å utforske, skape og levere verdi som tilfredsstillende behovene i et målmarked og samtidig få et positivt økonomisk resultat.

Verdiskaping uten salgsinntekter

Forventning om verdistigning i fremtiden er essensielle for at slike oppstartsbedriften kan skaffe kapital hos investorer. Verdiskapningen for investorer består i å kjøpe andeler i selskapet i en oppstartsfase, og deretter å selge andelen med gevinst når selskapet har steget i verdi.

Konkurransefortrinn

Konkurransefortrinn betyr at en bedrift er bedre enn konkurrerende bedrifter på ett eller flere punkter. Et varig konkurransefortrinn er et konkurransefortrinn som er vanskelig eller umulig å etterligne for konkurrenten.

Situasjonsanalyse - Intern analyse, verdikonfigurasjoner

Utgangspunktet for teorien om verdikonfigurasjoner er verdikjedeanalyse. Denne analysen er basert på en typisk produksjonsbedrift og følger aktivitetene fra det tidspunktet råvaren kommer inn på lager, gjennom produksjon og logistikk, og helt frem til kjøp og service etter kjøp. Disse aktivitetene som oppstår i direkte kontakt med produktet, kalles for primæreaktiviteter. Aktiviteter som håndterer personell og innkjøp av innsatsfaktorer som råvarer, samt forskning og utvikling kalles for støtteaktiviteter. Primæraktiviteter er alle aktiviteter som er direkte i kontakt med produksjonen av produktet eller tjenesten bedriften produserer. Støtteaktiviteter er aktiviteter som er nødvendige, men som ikke er en direkte del av produksjonsprosessen. Enhver bedrift er avhengig av et godt støtteapparat for å nå sine mål:

- Infrastruktur grunnleggende struktur som må være til stede for at en bedrift eller et samfunn skal kunne fungere.
- Håndtering av menneskelige ressurser består av rekruttering, ansettelse og opplæring av personell.
- Teknologitvutvikling sørger for utvikling av produkter og produksjonsprosesser.
- Anskaffelse av ressurser sørger for innkjøp til bedriften.

Verdikjede

Verdikjedeanalyse er et av de vanligste verktøyene for det vi kaller intern analyse av en virksomhet. Den viser hvilke aktiviteter i bedriften som er kilde til konkurransefortrinn, og hvilke områder som kan forbedres. Primæraktivitetene er i verdikjeden knyttet til produksjon av varer. Primæraktivitetene inkluderer her inngående logistikk, drift/produksjon, utgående logistikk, markedsførings/salg og service. Inngående logistikk tar imot varer og gjør dem klar for produksjon. Utgående logistikk ser vi på hvordan ferdige varer lagres og distribueres. Markedsføring og salg handler om prosessen med å få varene ut til forbrukerne. Med service menes den oppfølgingen som skjer etter at salget har funnet sted.

Verdiverksted

Verdiverksted brukes om bedrifter som skal løse et unikt problem for en kunde. Bedrifter med denne verdikonfigurasjonen kjennetegnes ofte med at den viktigste innsatsfaktoren er kunnskapsbasert arbeidskraft og at de ansatte har høy kompetanse innen fagfeltet. Primæraktivitetene i et verdiverksted vil være problemsøk, problemløsning, valg av løsning, gjennomføring av løsning og evaluering av gjennomføring. Problemløsning vil innebære å finne en metode for problemløsning hente inn bakgrunnsinformasjon og å finne ulike ansvikler for å løse kundens problem. Valg av løsning går ut på å vurdere de ulike forslagene til løsning opp mot hverandre, utrede mulige konsekvenser ved hver av dem og til slutt velge den rette løsningen på problemet. Gjennomføring av løsning er jobben med å sette løsningen ut i livet. Til

slutt skal løsningen avalures, og lærdom skal dokumenteres. SOM med verdikjeden kan vi her etter endt analyse oppsummere med hva bedriften er godt på og hva som kan forbedres.

Verdinettnettverk

Bedrifter som har som hovedaktivitet å lage en infrastruktur som gjør at kunder kan kobles sammen, kalles verdinettnettverk. Primæraktivitetene i et verdinettnettverk er markedsføring og kontraktsinngåelse, tjenesteydelser og infrastruktur drift. Markedsføring og kontraktsinngåelse verdien av å bli bruker av et nettverk som Snapchat avhenger av at det er tilstrekkelig størrelse på nettverket. Verdien for kunden som annoserer, øker desto flere brukere nettverket har. Verdien av et nettverk øker eksponentielt med antall brukere, fordi antall mulige interaksjoner øker eksponentielt. Tjenesteytelse er utføring av de tjenestene som kunden har betalt for. Infrastruktur. For et verdinettnettverk vil deler av infrastruktur driften være en primæraktivitet. Forklaring på dette er at det er en type infrastruktur som er direkte knyttet til levering av produkt eller tjeneste.

Situasjonsanalyse - Ekstern analyse

Når man starter med et nytt produkt eller en ny tjeneste, enterrer en også en konkurransearena eller bransje. SOM bedrift er man del av bransjen med lignende bedrifter leverandører og kunder. Det er viktig å vite hva man kan forvente seg av disse aktørene i den bransjen man enter. En bedrifter tilhører også et område, et land, en verdensdel der faktorer som inntekt, politisk situasjon og teknologi hele tiden endrer seg. Formålet med analysen er å få oversikt over disse monetten, som enten kan utgjøre trusler eller muligheter for bedriften. Den første er en analyse av makro faktorer: forhold og trender i den større sammenhengen som påvirker oss som bedrift, som vi bare må tilpasse oss. Den andre er en bransjeanalyse som analyser ting som er utenfor bedriften, men som vi likevel har en viss mulighet til å påvirke.

Pestel - Markoanalyse

En bedrift eksistere alltid eller vil inn i en allerede eksisterende verden som er i stadig endring. Politiske stiuasjoner, teknolgiske trender økonomiske vekst og tilbakegang, dette er ting som ender seg om ikke fra dag til dag så i alle fall i løpet av ganske kort tid. For å finne ut hvordan disse endringene påvirke vår bedrift må vi analysere omgivelsen. PESTEL-analysen er et verktøy for dette. For hver punkt vurder vi om situasjonen i dag representerer en trussel eller mulighet:

- P politiske forhold
- E økonomiske forhold
- S sosiale forhold
- Teknologisk utvikling
- Miljømessige forhold
- Lovmessigeforhold

Porter 5 konkurransekrefter - Bransjeanalyse

I Porter sin klassiske teori om konkurransekraftene heter det at en bedrift bare kan overleve i det lange løp dersom den utvikler strategier for å møte utfordringer og trusler fra de fem konkurransekraftene som bedriften møter i sin bransje:

1. Konkurrenter
2. Trusselen fra nytebløring
3. Trusselen fra substitutter
4. Kundernes forhandlingskraft
5. Leverandørens forhandlingskraft

Kapittel 12 Markedssegmentering og markedsstrategi

Markedssegmentering

Segmenteringskriterier

Man bruker ulike kriterier for å dele opp markedet. Ved å sette ulike kjennetegn på en gruppe mennesker kan man skille dem fra andre grupper, og tanken er at det er lettere å kommunisere til en gruppe med flere fellestrekk. Vi deler markedet opp i to forbrukermarkedet og bedriftsmarkedet. Grunnen til dette er at de to markedene er svært ulike å forholde seg til og har ulike kriterier for valg av produkt. I privatmarkedet kjøper man produktet for seg selv, mens man i bedriftsmarkedet kjøper produkter og tjenester på vegne av bedriften man jobber for.

Forbrukermarkedet

Kjennetegnet på forbrukermarkedet er at man kjøper produkter og tjenester man skal bruke selv, i motsetning til å selge dem videre eller bruke dem i produksjon av produkter og tjenester man skal selge videre. Det er ulike måter å dele opp markedet:

- Behovs Segmentering går ut på å segmentere ut fra behov, fordelene eller verdien forbrukeren er ute etter når de kjøper produkter.
- Person/situasjon segmentering deler opp markedet etter ulike situasjoner forbrukeren kan befinne seg i.
- Geodemografisk segmentering tar utgangspunktet i at personer som bor i samme område og som også har fellestrekk med hensyn til inntekt og utdanning, og man kan henvende seg til dem om en gruppe.
- Psykografisk segmentering deler opp markedet basert på livsstil.

Valg av segmenter

- Er segmentet målbar. Med dette mens om segmentets størrelse kan anslås

- Er segmentet selektivt tilgjengelig. Kan vi nå segmentet? Er det mulig for oss å kommunisere med segmentet. Med dette menes om det går an å tilpasse produktet og promoteringen til dette spesielle segmentet.
- Er segmentet stort nok? Er det stort nok til at vi kan tjene penger på det.
- Er segmentet varig. Vil det vedbare over tid og vil det vokse?
- Er det forenelig med eksisterende segmenter?
- Passer segmentet til vår bedrift og vårt konkurransefortrinn?
- Er segmentet forenelig med etiske verdier og forretningsmoral? Er det slike kunder vi vil ha?

For hvert segment man velger tarbeies det en markedsstrategi eller markedsblanding som tilpasses best mulig til det valgte segmentet.

Personas

Formålet med denne metoden er å finne typisk person som produktet eller tjenesten din skal lages for. Selve metoden er som følger: Man finner en person, en fiktiv person, som skal representere en kunde. Den fiktive personen får et navn. Man starter ofte med et slagord eller utsagn som kjennetegner personen. Man sier også noe om hvilke mål, behov og utfordringer personen ofte møter. Denne personen blir brukt til å vurdere hvordan man skal utvikle produktet.

Bedriftsmarkedet

Å selge til bedrifter er noe helt annet enn å selge til sluttbrukere. Varene som kjøpes inn skal brukes i produksjon av varer og tjenester for videre salg, dersom varene ikke er av riktig kvalitet vil bedriftskundenes kunder klage. Bedriftskunder forventer også tettere oppfølging både før og etter kjøpet, og er derfor mer ressurskrevende. Bedriftskunde forventer kreditt, noe som påvirker likviditeten til de bedriftene som selger.

Markedsstrategi - De fire P-ene

På bakgrunn av informasjonen som kommer frem fra ekstern og intern analyse og ikke minst fra segmenteringsprosessen lager man en markedsstrategi. Med strategi mener vi en plan eller et utgangspunkt for hvordan man har tenkt å indikere seg selv på markedet eller ta søttemarkandler. De fire p-ene er produktet/tjenesten, pris, plass, distribusjon, og promotering.

Produkt og tjenestebegrepet

Med produktet mener vi her hele opplevelsen kunden får ved kjøp av produktet eller tjenesten. Den inkluderer, men er ikke begrenset til, de fysiske bestanddelene av produktet og informasjonen rundt produktet. I en forretningsplan er som regel produktet eller tjenesten beskrevet under forretningsideen. Formålet med denne delen av markedsstrategien er å ta i bruk informasjon fra den eksterne analysen og segmenteringen for å forbedre produktet i forhold til konkurrentens produkt, og preferansene til segmentet vi retter oss mot. Et produkt har flere "lag":

- Kjenneproduktet er det som beskriver behovet som kunder søker å dekke ved kjøp av produktet
- Det formelle produktet: er de fysiske egenskapene til produktet.
- Det utvidede produktet er tjenester som ikke er noe fysisk del av produktet, men som likevel spiller en viktig rolle for kunde i valg av produktet.

Pris

I grove trekk kan vi dele prissetting opp i to typer markedsbasert og kostnadsbasert. Man kan ikke velge å bruke den ene eller den andre. For å kunne drive i lengden må en både kunne treffe prisen markedet er villig til å betale samtidig som man har en pris som er høy nok til å dekke kostnadene ved å produsere produktet. Det finnes to strategier for markedsbasert prising:

- Skummingprissetting: Denne betyr at man går ut med en høy pris når produktet lanseres. Den høye prisen hjelper med å ikke gå tom for produkt, siden etteprøvelsen synker litt.
- Penetreingsprissetting: Dersom man er i et marked der det ikke er så lett å skille seg ut, og produktet er et volumprodukt er produktet det forbrukes mye av er dette metoden for deg. Man setter en lav pris for å komme raskt inn i markedet, og skaper lojale kunder slik at man kan sette opp prisen.

Plass - Distribusjon

Side 258.....

Kapittel 13 Mikroøkonomi og markedsformer

Etterspørsel

Etterspørsel uttrykker altså at det er en sammenheng mellom den prisen vi har på et produkt og den mengden som etterspørres av det produktet. I mikroøkonomien snakker vi vanligvis om direkte etterspørsel og dette begrepet beskriver mengden som etterspørres som en funksjon av prisen, altså $Q(P)$ der Q (quantity) er mengden som etterspørres og P er prisen på en enhet av produktet.

Eks:

$$Q(P) = 600 - \frac{1}{2} P$$

Noen ganger har vi også bruk for det motsatte begrepet, altså pris P som funksjon av mengde Q . Dette kalles indirekte etterspørsel og blir inverse funksjoner.

Inntekt og marginalinntekt

Etterspørsel Funksjon gir oss en mulighet til å beregne bedriftens totale inntekter TR (total revenue). TR er nemlig lik antall enheter vi selger ganger med prisen.

$$TR(Q) = P(Q) * Q$$

Ut fra uttrykket for totalinntekt kan vi generere en viktig størrelse, nemlig marginalinntekt. Dette er den ekstra inntekten en bedrift kan få ved å produsere og selge en enhet mer.

$$MR(Q) = dTR/dQ = d/dQ [P(Q) \cdot Q] = dP/dQ \cdot Q + P$$

Etterspørselastisitet (ϵ)

Er forholdet mellom den relative endringen i mengden Q og den relative endringen i prisen P.

$$\epsilon = - dQ/dP \cdot P/Q$$

Merk at siden Q normalt øker (eller står stille) når prisen synker, vil den deriverte av mengden med hensyn til pris være negativ. Det er likevel anlig å omtale etterspørselastisiteten som en positiv størrelse. Derfor er elastisiteten her definert med et minustegn

- Når absoluttverdien av $\epsilon > 1$ betyr at TR øker når prisen faller. Effekten av økt kvantitet dominerer altså over effekten av fallende pris. Vi ser at en slik etterspørsel er pris elastisk og mener med det at hvis vi endrer prisen litt, vil vi ha relativ stor effekt på antallet enheter som blir produsert
- Når absoluttverdien av $\epsilon < 1$ betyr dette at TR synker når prisen stiger. Dette betyr at effekten av pris dominerer over effekten av kvalitet. Vi sier at en slik etterspørsel er (pris) uelastisk og mener med det at endring i prisen bare vil ha en relativt liten effekt på antallet enheter som blir produsert.
- I sjeldne tilfeller er absoluttverdien $\epsilon = 1$. Dette betyr at TR ikke endrer seg selv om prisen faller eller stiger. Effekten av økt kvantum balanserer ut effekten av redusert pris. Etterspørselen er da enhets elastisk.

Kostnader

Faste kostnader er FC, variablekostnad er VC, totaltkostnad er $TC(Q) = FC + VC(Q)$.

Marginalkostnad er :

$$MC(Q) = dTC/dQ$$

AC(Q) uttrykker gjennomsnittskostnadene ved produksjon som funksjon av mengde.

$$AC(Q) = TC(Q)/Q$$

Gjennomsnittskostnadene AC(Q) er minimert når marginalkostnadene MC(Q) er lik gjennomsnittskostnad AC(Q). Dette kan vi også resonnerer oss frem til for hvis $MC < AC$ så må gjennomsnittskostnadene fortsatt synke hvis vi produserer en enhet til, mens hvis $MC > AC$ så vil vi øke AC ytterligere ved å produsere en enhet til bare når $MC = AC$ vil vi ha den optimale løsningen med minimal gjennomsnittskostnad.

Profitt og analyse av Profitt

Profitt er differansen mellom inntekt og kostnad.

$$\Pi(Q) = TR(Q) - TC(Q)$$

$$d\Pi/dQ = 0 \Rightarrow dTR/dQ - dTC/dQ = 0 \Rightarrow MR = MC$$

Profiteten er altså maksimal når marginalinntekten MR tilsvarer marginalkostnaden MC. Vi innser at så lenge $MR > MC$ vil bedriften kunne øke inntektene sine mer enn kostnadene ved å produsere minst en enhet mer, mens når $MR < MC$ vil bedriften kunne redusere kostnadene mer enn inntektene ved å produsere minst en enhet mindre. Bare når $MR = MC$ vil bedriften ikke lenger kunne øke profitten ved å endre mengden. Vi kan også bruke dette uttrykket til å se sammenhengen mellom MC og elastisiteten får vi følgende uttrykk:

$$P[1 - 1/\epsilon] = MC$$

Hvis vi ser på hva dette uttrykker, ser vi at hvis vi antar at $MC > 0$ må E følgelig være større enn 1. Dette betyr at bedrifter vil tilpasse seg slik at etterspørselen er elastisk (vi husker at $E > 1$ Legg forøvrig merke til at betyr nettopp dette). I hele diskusjonen om profitt har vi presisert at MC og MR er definert som funksjoner av mengde, ikke av pris. Siden etterspørselsfunksjonene for direkte og indirekte etterspørsel er inverse av hverandre, er det selvfølgelig ingenting i veien for matematisk å utlede profitt som funksjon av prisen P_i stedet for mengden Q . Dette gjøres da også i visse tilfeller, men konvensjonen blant økonomer er at normalensersås definere MC og MR i forhold til derivasjon med hensyn til mengde. I tillegg til å benyttes til å bestemme hvor stor mengde Q det er optimalt for en bedrift å produsere for salg, kan kostnadsfunksjoner også brukes til interne ledelsesbeslutninger. Tenk deg for eksempel at din bedrift har to produksjonssteder med hver sin kostnadsfunksjon, eller at ulike maskiner som kan produsere et produkt har ulik kostnadsfunksjon. I begge tilfeller kan vi bruke kostnadsfunksjonene til å fordele produksjonen mellom ulike steder/maskiner for på den måten å optimalisere fortjenesten (minimalisere kostnadene ved produksjonen). Hvis vi har to maskiner, og kjenner kostnadsfunksjonen for hver av dem, kan vi minimere totalkostnaden fordi vi vet at vi til sammen skal produsere en gitt mengde Q , så antallet vi produserer på den ene maskinen er Q minus antallet Q_2 vi produserer på den andre. Med denne sammenhengen mellom Q , Q_1 og Q_2 kan vi lage et løsbart ligningssystem og finne både Q_1 og Q_2 . (Formelt finner vi minimum av kostnadene $TC_1(Q_1) + TC_2(Q_2)$ gitt at $Q_1 + Q_2 = Q$.) I eksemplet over har vi bare to ulike kostnadsfunksjoner, men ved hjelp av matematiske metoder (for eksempel fra operasjonsanalyse) kan vi regne ut fordelingen for store antall kostnadsfunksjoner. Slike regnemåter brukes for eksempel for å regne ut hvilke av 60 ulike oljebrønner (med hver sin kostnadsfunksjon) man skal sette i produksjon for å få et kjent volum med olje.

ULIKE MARKEDSFORMER

Markeder kan beskrives langs mange ulike dimensjoner. Vi kan skille mellom varer og tjenester, mellom forbruksvarer og investeringsvarer og mellom markeder der varene er relativt like, det vil si homogene produkter, og markeder der varene teknisk sett dekker samme behov, men der det er vesentlige opplevde kvalitetsforskjeller mellom varene, det vil si differensierte produkter. Kjenner kvaliteten av produktet før vi har tatt det Noen produkter er imidlertid erfaringsgoder, noe som innebærer at vi ikke i bruk over litt tid og gjort erfaringer med det. I noen tilfeller, særlig for visse tjenestekjøp, kan vi til og med ha problemer å bestemme kvaliteten på varen/tjenesten etter at vi har fått den levert. Vi kan ha kjøpt varen fordi vi ikke selv har den kompetansen, og vi mangler dermed ofte også kompetansen til å bestemme kvaliteten på varen/tjenesten i ettertid. Alternativt kan varen/tjenesten være av en slik art at vi ikke kjenner til de opprørde alternativene og derfor ikke vet hva vi burde ha fått / kunne ha fått, så vi har ingenting å sammenligne med. En egenskap ved markeder som har vist seg å være svært viktig for de diskusjonene vi har ført over rundt bruk av kostnads- og inntektsfunksjonene, O_i er antallet produsenter på markedet. Kvantumet som etterspørres skal normalt deles mellom produsentene som opererer på markedet. Noen markeder har midlertid bare et lite antall produsenter, til og med kanskje bare en. Vi kaller markeder med bare en produsent for monopoler, markeder med to kalles duopoler og markeder med få produsenter (to eller flere) kalles oligopoler. I Norge har for eksempel offentlige sykehus nærmest monopol på leveranse av en rekke sykehustjenester, mens

innenlandsk flytrafikk er et eksempel på et tilnærmet duopol, siden det domineres så sterkt av SAS og Norwegian.

MARKEDER MED FRI KONKURRANSE

Karakteristisk for markeder med fri konkurranse er at produsentene på slike markeder ikke kan påvirke prisen (og dermed ikke likevektspunktet). Dette oppnås hvis det er veldig mange produsenter (tilbydere) og konsumentene har god kunnskap om kvaliteten på varene de tilbyr. Da vil etterspørselen en enkelt tilbyder ser være svært elastisk - pris under markedspris gir større etterspørsel enn bedriften kan håndtere, og pris over gir null etterspørsel. Deres beslutning om hvor mye de ønsker å produsere oppleves med andre ord å ikke påvirke prisen. De er det vi kaller for pristilpassere, eller noen steder pristakere. Dette innebærer at elastisiteten er tilnærmet uendelig og dermed at $dP/dQ \approx 0$. Da vil også marginalinntekten MR bli tilnærmet lik prisen i markedet, det vil si at $MR = P$. Vi har da at førsteordensbetingelsen for maksimal profitt blir: $P = MC$. Deres produksjonsbeslutning blir derfor å finne den mengden som maksimiserer profitten når prisen er gitt. Av resonnetet ovenfor ser vi at dette vil være punktet der marginalkostnadene tilsvarer prisen P . Vi ser av figur 13.9 at Q^* er den mengden bedriften vil produsere, og den er altså gitt av punktet der $MC(Q) = P$. Da vi så på markedslikevekt, hadde vi et tilbud som var økende i prisen. Vi kan tenke på markedets tilbud som den horisontale summen av tilbudet til alle bedriftene. Det vil si at for hver pris legger vi sammen mengdene fra alle bedriftene. Og vi sier at det er den horisontale summen siden konvensjonen er å ha mengdeaksen i den horisontale retningen. I et frikonkurransemarkedet er det det samme som å summere alle marginalkostnadsfunksjonene horisontalt.

MONOPOL OG DØDVEKTSTAP

Dersom vi ikke har fri konkurranse, er monopolet den enkleste markedsformen vi kan ha. Et monopol er altså karakterisert ved at det kun er en produsent, men svært mange konsumenter. En av de vanligste (og mest legitime) grunnene til at et monopol eksisterer, er at staten har bestemt at det skal være et monopol på dette produktet. I noen tilfeller kan man ha andre typer av monopoler. Vi snakker for eksempel om naturlige monopoler. Med dette mener økonomene produkter der VI skalafordelene er så store og dominerende at det over tid bare vil være plass til et lite antall produsenter av produktet, ja kanskje bare en. Det kan også tenkes at produktet er avhengig av en råvare som er sjelden eller en teknologi som er unik og beskyttet, slik at den ene produsenten som eier råvaren/teknologien blir en de facto monopolist. Siden det bare er en produsent, så er etterspørselen denne produsenten opplever, den samme som etterspørselen til markedet. Denne etterspørselen er ikke lenger tilnærmet uendelig elastisk, slik den er når vi har fri konkurranse. Dermed blir heller ikke den optimale tilpasningen med tanke på profitt at $MC(Q) = P$. I stedet vil tilpasningen bli slik at $MR(Q) = MC(Q)$. I figur 13.10 ser vi at den produserte mengden Q^* er gitt av punktet der grafen for MR krysser grafen for MC , altså der $MR(Q) = MC(Q)$. Vi vet for eksempel fra matematikken at totalinntekten (TR) til bedriften vil tilsvare arealet av rektanglet med grunnlinje fra origo til Q^* og høyde fra origo til P^* (fordi dette tilsvarer geometrisk funksjonen $TR(Q) = P(Q) \cdot Q$). Videre kan vi se at de variable kostnadene må være arealet under marginalkostnadskurven opp til Q^* . Hvorfor? Jo, fordi vi vet at ved å integrere marginalkostnadene finner vi de variable kostnadene,

og fra matematikken vet vi at den integrerte av en funksjon er arealet under den kurven som beskrives av funksjonen. Dette betyr også at det skraverte arealet mellom p-aksen og Q^* , og mellom MC-kurven og P^* må utgjøre dekningsbidraget til produksjonen, altså den delen av inntektene som er igjen når variable kostnader er dekket. De faste kostnadene er ikke med i figuren, men dersom dekningsbidraget er større enn de faste kostnadene, har bedriften positiv profitt. Gitt at private monopoler alltid ønsker å maksimalisere sin profitt, betyr dette at private monopoler vil produsere mindre av et produkt enn det som skjer i et marked med frikonkurranse. I en diskusjon om samfunnsnyttan av konkurranse blir dette faktum ofte trukket frem som en ulempe med (private) monopoler. Økonomer kan bruke ovenstående begrepsapparat for å vise hvor mye monopolet påvirker markedet, og bruke begreper som samfunnsøkonomisk lønnsomhet, monopolfortjeneste og dødvektstap. Samfunnsøkonomisk lønnsomhet bygger på det vi kan kalle konsumentoverskudd og produsentoverskudd. Tanken er at det samfunnsøkonomiske overskuddet er summen av disse to størrelsene, og samfunnets oppgave er jobbe for å maksimalisere det samfunnsøkonomiske overskuddet i et marked.

konsumentoverskuddet KO er

$$KO = \int_0^{Q^*} P(Q) dQ - P^* Q^*$$

produsentoverskuddet PO er

$$PO = P^* Q^* - \int_0^{Q^*} MC(Q) dQ$$

SO = KO + PO

$$SO = KO + PO = \int_0^{Q^*} P(Q) dQ - \int_0^{Q^*} MC(Q) dQ$$

Kapittel 14 Regnskapsanalyse og økonomistyring

Se også:

<https://ndla.no/subject:1:792414c5-896f-470a-9558-6101d7266237/topic:1:04afff6e-bea4-48b3-82fa-a4f7b21527aa/topic:1:3cfbb8b2-3a95-48bd-88af-4bede47b6edf/resource:1:75829>

INTERNREGNSKAPET

Internregnskapet er det andre viktige regnskapet bedriften fører, og dette er ikke lovbestemt at en bedrift skal ha et internregnskap, og det er derfor ingen regnskapet brukes primært som

styringsverktøy for bedriftens ledere. Det er lover eller forskrifter som definerer hvordan det skal se ut

KALKYLER

Kalkyler brukes ofte som navn på en forhåndsberegning av hva fortjenesten er på et bestemt produkt eller en produktgruppe. Kalkylen gjøres altså på forhånd, og tjener som et beslutningsgrunnlag for ledelsen i henhold til det allmenne formålet med internregnskaper. Kalkylen kan brukes for å vurdere om man skal produsere et produkt eller ikke, for å vurdere hvilken pris man må ha for å tjene på produktet, og til å vurdere hvilke produkter man har som er mest lønnsomme. Informasjonen fra produktkalkylene inngår også i det videre budsjettarbeidet. Kalkyler tar som oftest utgangspunkt i pris minus variable kostnader, som altså gir dekningsbidraget. Dette er normalt tilstrekkelig som beslutningsgrunnlag, fordi vi bruker kalkylene til å gjøre beslutninger om hvilke produkter som er mest lønnsomme og/eller om de er tilstrekkelig lønnsomme til at de er verdt å produsere.

KALKYLE ETTER SELVKOSTMETODEN

Det fins to hovedretninger innen kalkyler: selvkostmetoden og bidragsmetoden. Forskjellen mellom dem er at vi i selvkostmetoden bruker tilleggssatser for å kalkulere både faste og variable kostnader, mens vi etter bidragsmetoden kun kalkulerer inn variable kostnader.

Kalkulerte faste kostnader

Det er egentlig helt umulig å kalkulere inn faste kostnader riktig. Men uansett om dette alltid vil bli unøyaktig er det viktig at vi tar med faste kostnader når vi skal kalkulere prisen. I selvkostkalkylen kommer vi frem til et produkts selvkost. Med det mener vi den kostnaden bedriften har ved å produsere produktet. Det vil si at dersom vi selger produktet til selvkost, vil vi hverken tape eller tjene penger. I selvkostkalkyler legger vi til et tillegg som regnes ut fra selvkosten som representerer den fortjenesten vi ønsker for det aktuelle produktet vil kalkulere prisen på.

Selvkostkalkyle i handelsbedrifter

En produktkalkyle i en handelsbedrift forutsetter at vi kjøper inn et produkt og selger det samme produktet videre til en høyere pris uten å forandre nevneverdig på produktet. Begrepene vi bruker i selvkostkalkylen er som følger:

- **Inntakskost** : Dette er det det koster bedriften å få varen som skal selges inn i butikken eller på lageret. Det betyr at selve prisen som betales for produktet, frakt, eventuelle tollavgifter og forsikringer er en del av inntakskosten.
- **Indirekte kostnader**: Dette er kostnader som ikke kan knyttes direkte til et produkt, for eksempel lønn til ansatte. Her kan vi ha både faste og variable, men ettersom en handelsbedrift ikke driver med produksjon, vil disse kostnadene som regel være faste.
- **Selvkost**: Når vi legger sammen inntakskost og indirekte kostnader får vi selv 348 kost. Dersom bedriften selger varene til selvkost, vil de kun få dekket sine kostnader og ha et resultat på 0 kr.

- Fortjeneste: Det bedriften ønsker å tjene på produktet. Dette er et tillegg 0 01 som regnes ut basert på selvkost. Summen av fortjenesten for alle produktene som selges, blir bedriftens resultat.
- Salgspris: Når vi legger sammen selvkost og fortjeneste, får vi salgspris. Dette er prisen produktet skal selges for. Dette er salgsprisen ekskludert merverdiavgift.

Utrekning av tilleggssatser

Når vi skal kalkulere prisen på produktet, bruker vi tilleggssatser for å regne ut de indirekte kostnadene og fortjenesten. Som vist over er tilleggssatsene forholdstall som beskriver forhold mellom ulike størrelser. Her er det mellom direkte og indirekte kostnader, og mellom selvkost og fortjeneste.

Kalkyle med selvkost

I kalkyler er oppsettet viktig, dels fordi et godt oppsett gir bedre oversikt, og dels for at det er lettere å huske så fort en har lært seg oppsettet. Oppsettet for en enkel kalkyle i en handelsbedrift ser slik ut:

Inntakskost	
+ (tillegg for) indirekte kostnader	
= Selvkost	
+ (tillegg for) fortjeneste	
= Salgspris	

Vi setter inn tallene fra regnskapet for å illustrere:

Inntakskost	400 000
+ (tillegg for) indirekte kostnader	312 000
= Selvkost	712 000
+ (tillegg for) fortjeneste	188 000
= Salgspris	900 000

NB: Denne kalkylen viser fjoråret totalt. Normalt sett vil en kalkyle være for et produkt, fjorårets tall er satt inn i kalkylen for lettere å kunne regne ut tilleggssatser. For å dekke inn de indirekte kostnadene totalt i løpet av et år må vi legge til et beløp på hvert produkt vi selger. For å finne dette beløpet ser vi på forholdet mellom indirekte kostnader og inntakskost. I dette eksemplet er forholdet:

$$\frac{312\,000 \text{ (indirekte kostnader)}}{400\,000 \text{ (inntakskost)}} = 0,78 = 78\%$$

Formelen blir altså:

$$\frac{\text{Indirekte kostnader}}{\text{Inntakskost}} = \text{Tilleggssats for indirekte kostnader}$$

Fortjenesten regnes i prosent av selvkost;

$$\frac{188\,000 \text{ (fortjeneste)}}{712\,000 \text{ (selvkost)}} \approx 0,26 \approx 26\%$$

Formelen blir her:

$$\frac{\text{Fortjeneste}}{\text{Selvkost}} = \text{Tilleggssats for fortjeneste}$$

Kalkyle med avanse

Et alternativ i varehandel er å bruke avanse til å kalkulere prisen på et produkt. Avanse dekker både indirekte kostnader og fortjeneste. Vi finner avanse ved å trekke varekostnad fra salgsinntekt. Deretter regnes avansen i prosent av varekostnaden. Eksemplet fortsetter: Avanse = Salgsinntekt (900 000) - Varekostnad (400 000) = 500 000 Avansen er 500 000 kr. Dette regner vi i prosent av varekostnad slik:

$$\frac{500\,000 \text{ (avanse)}}{400\,000 \text{ (varekostnad)}} \approx 1,25 \approx 125\%$$

Formelen blir da altså:

$$\frac{\text{Avanse}}{\text{Varekostnad (inntakskost)}} = \text{tilleggssats for avanse}$$

Dersom vi i stedet setter avansen inn i kalkylen får vi følgende kalkyle:

Inntakskost	14,00
+ Avanse (14 · 125 %)	17,50
<u>= Salgspris</u>	<u>31,50</u>

Forskjellen i salgsprisen skyldes avrundingen i tilleggssatsene.

Bruk av bruttofortjeneste

Formelen for å regne ut bruttofortjeneste ser slik ut:

$$\frac{\text{Bruttofortjeneste}}{\text{Salgsinntekt (uten mva)}} = \text{Bruttofortjenesteprosent}$$

SELVKOSTKALKYLER I PRODUKSJONSBEDRIFTER

En ny utfordring oppstår når en skal kalkulere bearbeidede råvarer. I motsetning til varehandel der produktene er uendret fra de kjøpes til de selges, foregår verdiskapingen i en produksjonsbedrift ved å lage råvarer eller halvfabrikata om til nye halvfabrikata eller ferdigvarer. Råvarene er en innsatsfaktor i denne verdiskapingen. Det er også maskinene og menneskene som bearbeider dem.

KALKYLE ETTER BIDRAGSMETODEN

Vi har sett på et par eksempler på kalkyler etter selvkostmetoden, og diskutert litt rundt begrensningene ved å kalkulere inn faste kostnader. Bidragsmetoden kalkulerer kun inn de variable kostnadene ved produktet. Å gjøre det på denne måten har sine fordeler, men også noen ulemper.

DEKNINGSBIDRAG

Dekningsbidrag er et svært sentralt og mye brukt begrep innen økonomi. Utgangspunktet for dekningsbidraget er variable kostnader. Vi vet at disse kostnadene varierer i takt med produksjon eller omsetning. Ved lav eller ingen omsetning er det lave eller ingen variable kostnader. Legger vi ned produksjonen, forsvinner de variable kostnadene. De faste kostnadene, derimot, holder seg konstante og må betales selv om omsetningen er null. På lengre sikt kan en selvsagt si opp leieavtaler og selge unna bygg en har kostnader med, men på kort sikt sitter vi igjen med faste kostnader selv om produksjonen legges ned. Dekningsbidrag per enhet (stk.) regnes ved å ta salgsprisen for produktet og deretter trekke fra produktets variable kostnader. Tanken er at så lenge det er positivt, vil salget av et produkt til den prisen bidra til at faste kostnader kan dekkes. Dersom det totale dekningsbidraget er høyt nok, dekker det både de faste kostnadene, samt at det overskytende blir et positivt overskudd for bedriften.

DEKNINGSGRAD

For å kunne gi et bedre bilde av hvor stort dekningsbidraget er i forhold til salgsprisen, regner vi ut hvor stort det er i prosent som andel av salgsprisen. Dette kaller vi dekningsgrad. Et forholdstall gir som regel et godt bilde av en størrelse. Under er et eksempel på utregning av dekningsbidrag og dekningsgrad for to ulike produkter.

$$\frac{\text{dekningsbidrag}}{\text{salgspris}} = \text{dekningsgrad}$$

Vi ser at produkt A gir et høyere dekningsbidrag per enhet, mens produkt B gir en høyere dekningsgrad. Hvilket produkt skal du så satse på? Som leder bør du da tenke på hvilke forventninger du har til salgspotensialet for produktene. Hvis du for eksempel forventer omtrent samme totale omsetning for begge produktene, er du best tjent med å selge produkt B, siden dekningsgraden er større enn for produkt A. Hvis du derimot forventer at antallet solgte produkter vil være omtrent det samme, vil det være bedre å selge mest mulig av produkt A, fordi produkt A gir høyere dekningsbidrag per enhet solgt enn produkt B gjør.

BIDRAGSKALKYLE I EN HANDELSBEDRIFT

Driver en bedrift med rent videresalg av produkter er oppsettet for bidragskalkylen enkelt. For slike bedrifter er det stort sett varekostnaden som er den direkte variable kostnaden, dekningsbidraget skal da dekke de (indirekte) faste kostnadene og sørge for at det blir overskudd. Oppsettet ser en under.

Salgspris - Variable kostnader = Dekningsbidrag

Kapittel 15 Investerings analyse

INVESTERINGER

For å hjelpe til med disse vurderingene har det vokst frem en egen gren av .E C økonomi og ledelse som kalles investeringsanalyse. Investeringsanalyse skal hjelpe lederne med to hovedtyper av beslutninger. Den ene hovedtypen er å hjelpe til med å vurdere om en spesifikk investering skal gjennomføres eller ikke. Den andre hovedtypen av beslutningsstøtte som metodene gir, er å vise hvilke(n) investering(er) som skal gjennomføres av et sett med ulike forslag til investeringer.

NÅVERDIBEREKNINGER

For å kunne analysere nåverdien av penger, altså hvor mye penger vi får i fremtiden og disse pengenes verdi i dag, trenger vi først en målestokk. I investeringsanalyse er det avkastningen vi kan få ved alternative investeringer, det vil si alternativkostnaden til kapital, som representerer målestokken. Alternativkostnaden til kapital bestemmes av hva som er den beste alternative avkastning med samme risiko. Vi kaller dette en målestokk fordi vi sammenligner investeringen vår med denne alternative plasseringen. Hvis vi for eksempel sier at vi ved å kjøpe amerikanske statsobligasjoner kan få en avkastning på 5 % på vår kapital til svært lav risiko, så blir 5 % vår alternativkostnad for kapital

Eksempel: Hva er verdien nå, nåverdien, NV, av å få 1000 om ett år hvis alternativkostnadene – alternativ avkastning – er 5 %?

$$NV \cdot (1 + 5\%) = 1000 \Rightarrow NV = \frac{1000}{1,05} = 952,4$$

Nåverdien av 1 000 om ett år er 952,4 fordi hvis jeg har det beløpet nå og investerer med avkastning på 5 %, har jeg 1 000 om ett år.

Mer generelt er nåverdien av et beløp definert som verdien av beløpet delt på $(1 + r)$ opphøyd i antallet perioder det er til beløpet kommer. I uttrykket her er r det vi ovenfor kalte alternativkostnadene eller alternativ avkastning. Det er vanligere å kalle r for diskonteringsrenten i nåverdiberegninger. Andre fagbegrep er avkastningskrav og forventet avkastning. Nåverdien av de fremtidige kontantstrømmene kan da summeres. Det er lett å vise at dette gir følgende funksjon:

$$NV = \sum_{t=1}^N \frac{k_t}{(1+r_t)^t}$$

Hvis vi nå tar med den opprinnelige investeringen k_0 , kan nettonåverdien a (NNV) av prosjektet skrives:

$$NNV = k_0 + NV = k_0 + \sum_{t=1}^N \frac{k_t}{(1+r_t)^t}$$

I formelen er k_t det pengebeløpet som investeres / kommer inn i periode t og 1 det kan være både positive og negative pengebeløp, noe vi ivaretar ved å beholde fortegnet. Hvis flere beløp gjelder samme periode, må de først summeres og fortegn beholdes.

REGNEREGLER NÅR KONTANTSTRØMMER ER GEOMETRISKE REKKER

Summen, G , av en geometrisk rekke kan skrives slik:

$$G = a\tau + a\tau + a\tau^2 + \dots + a\tau^N$$

Hvert ledd i rekken er lik det forrige multiplisert med konstanten τ . Ved å multiplisere ligningen med denne faktoren får vi en ny ligning:

$$\tau G = a\tau + a\tau^2 + a\tau^3 + \dots + a\tau^N + a\tau^{N+1}$$

Vi trekker høyre side av andre ligning fra høyre side av den første og tilsvarende på venstre side:

$$G - \tau G = a\tau - a\tau^{N+1} \Rightarrow G = \frac{a - a\tau^{N+1}}{1 - \tau}$$

Det er nyttig å se på grenseverdien av summen når antall ledd går mot uendelig. For at denne summen skal eksistere, må τ være ikke-negativ, men mindre enn én. Da vil τ^{N+1} gå mot null når N går mot uendelig. Vi har altså:

$$\lim_{\substack{N \rightarrow \infty \\ \tau < 1}} G = \frac{a}{1 - \tau}, \tau \in [0, 1)$$

Anta nå at vi forventer den samme kontantstrømmen i hver periode i alle perioder for all fremtid. (Det er ikke så vanlig, kanskje, men det kan være en god tilnærming dersom det er mange nok perioder.) Anta også at diskonteringsrenten er den samme i alle perioder. Da har vi:

$$\begin{aligned} \sum_{t=1}^{\infty} \frac{k}{(1+r)^t} &= \frac{k}{1+r} + \frac{k}{(1+r)^2} + \frac{k}{(1+r)^3} + \dots \\ &= \frac{1}{1+r} \left(k + \frac{k}{1+r} + \frac{k}{(1+r)^2} + \dots \right) \end{aligned}$$

Uttrykket i parentes har samme form som summen av den uendelige geometriske rekken når k er a og $\frac{1}{1+r}$ er τ . Dermed kan vi skrive:

$$\sum_{t=1}^{\infty} \frac{k}{(1+r)^t} = \frac{1}{1+r} \left(\frac{k}{1 - \frac{1}{1+r}} \right) = \frac{k}{r}$$

For at denne sammenhengen skal være meningsfylt, må vi ha at $\frac{1}{1+r} \in [0,1)$.
 $r > 0$ er tilstrekkelig og nødvendig for at sammenhengen skal gjelde.

Anta nå at det er et endelig antall perioder. Vi kan bruke uttrykket vi hadde for den geometriske rekken med N perioder. Men vi kan også utnytte at periodene fra 1 til N er periodene fra 1 til uendelig minus periodene fra $N + 1$ til uendelig:

$$\begin{aligned}\sum_{t=1}^N \frac{k}{(1+r)^t} &= \sum_{t=1}^{\infty} \frac{k}{(1+r)^t} - \sum_{t=N+1}^{\infty} \frac{k}{(1+r)^t} = \frac{k}{r} - \frac{1}{(1+r)^N} \sum_{t=1}^{\infty} \frac{k}{(1+r)^t} \\ &= \frac{k}{r} - \frac{1}{(1+r)^N} \frac{k}{r} = \frac{k}{r} \left(1 - \frac{1}{(1+r)^N}\right)\end{aligned}$$

Anta til slutt at det forventes en kontantstrøm på k om en periode, så $k(1+g)$, deretter $k(1+g)^2$ osv. over et uendelig antall perioder. Da får vi:

$$\sum_{t=1}^{\infty} \frac{k(1+g)^{t-1}}{(1+r)^t} = \frac{k}{r-g}$$

For at denne sammenhengen skal være meningsfylt, må vi ha at $\frac{1+g}{1+r} \in [0,1)$.

Normalt vil vi ikke kunne ha vekst lavere enn -100% , dvs. $g \geq -1$ og $1+g \geq 0$.
 Sammenhengen vil dermed gjelde for $r > g$.



INTERNRENTEBEREGNING OG BRUK AV INTERNRENTEN

Formelen for NNV kan også utnyttes til å definere et annet nyttig begrep. Internrenten er den diskonteringsrenten som gir nettonåverdi lik null. Internrenten blir da diskonteringsrenten som gjør at investeringen går i balanse. Det vil si løsningen til ligningen:

$$k_0 + \sum_{t=1}^N \frac{k_t}{(1+r)^t} = 0$$

RISIKOANALYSE

En utfordring med den kvantitative analysemetoden er at vi er usikre på hvilke fremtidige pengebeløp det er snakk om. Vi anslår derfor beløpene, ofte ved hjelp av budsjettering og kalkyler. Det betyr selvfølgelig også at det er snakk om en viss usikkerhet i tallene. De er anslag, og det er interessant hvor usikre vi faktisk er på de ulike tallene. Noen er mer usikre enn andre, og hvor stor usikkerheten er, blir da viktig. Usikkerheten av en størrelse kan da representeres med en sannsynlighetsfordeling rundt størrelsen, og graden av usikkerhet kan da uttrykkes ved varians eller standardavvik. I tillegg kan vi være opptatt av formen på sannsynlighetsfordelingen. Det er utviklet et sett med metoder for å beskrive usikkerheten, og vi bruker normalt begrepet risikoanalyse for å beskrive disse metodene. Risikoanalyse brukes altså til å forstå risiko, estimere forventede kontantstrømmer og redusere risiko. Risikoanalyse bygger på de generelle prinsippene over, og vi skal kort omtale fire mulige tilnærminger nedenfor. Parametere som påvirker kontantstrømmer og avkastningskrav i beregningen er i utgangspunktet satt lik forventning, men det er altså usikkerhet rundt hva de vil bli i fremtiden.

- Følsomhetsanalyse går ut på å variere en parameter av gangen og se på effekt på NNV. Hvis vi for eksempel er usikker på inntekten i år 4, så kan vi regne ut NNV for henholdsvis en høy, forventet og lav verdi av inntekten og se hvordan akkurat den inntekten påvirker NNV. Generelt vil vi selvsagt finne at jo lenger tid det går før vi har en usikker parameter, jo mindre blir NNV påvirket. Absolutt størrelse har selvfølgelig også betydning. En spesiell case har vi hvis den usikre parameteren er diskonteringsraten. Her kan det også være nyttig å være oppmerksom på at modellen prinsipielt åpner for ulike diskonteringsrater for ulike tidsperioder, så hvis vi har gode grunner til å tro at det vil skje nevneverdige endringer i alternativkostnaden til kapital i løpet av investeringens tidsramme, så kan det tas direkte inn i.
- Scenarioanalyse går ut på å variere flere parametere samtdigi og se på effekt på NNV
- Dersom prosjektet er svært komplisert med mange ulike parametere som er usikre, kan vi også kjøre det statistikere kaller en simulering. I en slik simulering definerer vi de ulike fordelingene for hver av de involverte parametrene. Deretter lar vi en datamaskin trekke tilfeldige tall for parametrene ut fra sannsynlighetsfordelingen for hver enkelt parameter og gjennomfører nåverdiberegningen vår med de tilfeldige tallene. Prosessen gjentas svært mange ganger, og vi vil dermed etter hvert få en beskrivelse til av totalfordelingen. Dette er en metode som utnytter datamaskinens evne å gjøre beregninger og gir et numerisk estimat på sannsynlighetsfordelingen til nettonåverdien NNV basert på våre antakelser om fordelingen 4. til de usikre estimatene.
- Beslutningstrær har fokus på dynamikken i prosjektet. Prosjektet fremstilles som en rekke beslutninger og utfall. Dermed kommer det frem at beslutninger i fremtiden vil være avhengig av ny informasjon som kommer underveis. La oss for eksempel si at vi gjør en investering til 100 000 i år 0. Denne investeringen er enten vellykket og gir da en kontantstrøm på 100 000 de tre neste årene, eller den mislykkes etter år 1 og gir ikke noen kontantstrøm. Sjansen for å lykkes er 60 %, mens sjansen for å mislykkes er 40 %. Vi kan da gange den ene forventede kontantstrømmen med 0,6 og den andre med 0,4. Dette vil se slik ut med en diskonteringsrente på 10 %:

$$\begin{aligned}
 NNV_s &= -100\,000 + 0,6(100\,000/1,1 + 100\,000 / 1,21 + 100\,000 / 1,33) \\
 &\quad + 0,4(0) = -100\,000 + 0,6(90\,909 + 82\,645 + 75\,131) \\
 &= -100\,000 + 0,6(248\,685) = 49\,211
 \end{aligned}$$

RISIKO OG AVKASTNING

For å også ha metoder for kunne bruke investeringsanalysens modeller må vi derfor å finne og beskrive risiko. Modeller for prising av risiko innenfor finansfaget bygger på ideen om at mennesker (i hvert fall investorer) i stor grad er risikoaverse. Det vil si at mange av oss er villige til å ofre forventet avkastning dersom det kan redusere risiko. Alternativt betyr det at hvis vi skal ta en høyere risiko enn normalt, vil vi også forvente en høyere avkastning på investeringen. Vi skal derfor ta med noe grunnleggende fagstoff knyttet til sammenhengen mellom risiko og avkastning. Først kommer et avsnitt om historisk sammenheng mellom risiko og avkastning. Så presenteres de vanligste målene på risiko. Til slutt diskuteres effekten av å kombinere risikofylte investeringer i en portefølje, som vi omtaler som diversifisering.

MÅL PÅ RISIKO

De vanligste målene på risiko er variansen og standardavviket til avkastninger. Ettersom standardavviket er roten til variansen, fanger disse to målene opp nøyaktig samme effekt. Ofte foretrekkes standardavvik ettersom det er et mål som har enheter - prosent - som er lettere å forholde seg til for de fleste enn enheten til varians - prosent i andre. For Generelt vil vi forvente at det er større risiko på lang sikt enn på kort sikt. å forstå risiko uttrykt med varians eller standardavvik, må vi derfor også vite hvilken tidshorisont de gjelder for. Vanligvis vil begrepet volatilitet indikere standardavvik for en periode på ett år. La r være faktisk avkastning, og la r være forventet avkastning. La $E[\cdot]$ være operatoren som gir forventningen til stokastiske variabler. Vi har da følgende definisjoner av varians (Var) og standardavvik (Std):

$$Var[\tilde{r}] = E[(\tilde{r} - r)^2]$$

$$Std[\tilde{r}] = \sqrt{Var[\tilde{r}]}$$

KVALITATIVE METODER FOR EVALUERING AV INVESTERINGER

Tradisjonell investeringsanalyse gir gode muligheter for å bruke tall som grunnlag for å vurdere investeringer. En ulempe med kvantitative metoder er at fokuset blir på økonomisk lønnsomhet i investeringene, basert på vurdering av fremtidige inntektsstrømmer. Kvaliteten på investeringene blir ikke vurdert i en slik metode, og med kvalitet mener vi i denne sammenhengen ikke hvor bra investeringen blir, men hvor godt den samsvarer med bedriftens strategiske plan, og hvor godt den faktisk utnytter bedriftens tilgjengelige ressurser. For å kunne

si noe om dette trenger vi derfor å legge til en kvalitativ analyse av investeringene for å se på strategisamsvar og ressursutnyttelse.

STRATEGI SAMSVAR

Alle veldrevne bedrifter har et sett med strategiske mål de forsøker å oppnå. Investeringer skal i utgangspunktet ikke bare være lønnsomme i seg selv. De skal også bidra til måloppnåelse i henhold til bedriftens strategiplan. Dette betyr at strategisamsvar også må vurderes ved evaluering av investeringer. En slik prosess starter normalt med at de tilgjengelige investeringene vurderes opp mot målene i strategiplanen og gis en score i forhold til hvor godt de bidrar til målene. Dette gjøres ved å sette opp målene i strategiplanen langs en akse, og mulige investeringer langs en annen akse. I hver rute skriver man så inn en score (for eksempel i prosent) som uttrykker hvor godt investeringen vil utvikle det aktuelle målet. Totalscore for investeringen vil da bli snittet av alle individuelle scorer

RESSURSUTNYTTELSE

I tillegg til strategisamsvar er ressursutnyttelse en kvalitativ evaluering som kan være nyttig å gjøre. Tanken her er at man prøver å velge investeringer som til sammen utnytter ressursene i organisasjonen best mulig. Den viktige observasjonen er at bedriften har en rekke ressurser som ikke nødvendigvis kan uttrykkes i penger. Fremst av disse faktorene er kompetanse, men det kan også være snakk om andre ressurser, for eksempel maskiner og utstyr, geografisk tilgjengelighet og muligheten til å trekke inn viktige kunder og leverandører. Slike ressurser er viktig når det gjelder investeringer på tre måter. For det første kan de som nevnt ikke omsettes i penger.

INVESTERINGSPORTEFØLJER

Større bedrifter har gjerne en hel portefølje av investeringer de følger opp samtidig. Investeringene er i ulike faser, noen er nettopp startet og ressursbruken er stor i forhold til inntjeningen, mens andre er nesten over, og penger har begynt å komme inn. Investeringen er i ferd med å lønne seg. Det er til stadighet slik at noen investeringer i porteføljen avsluttes, og nye skal startes opp. Å drive med porteføljeforvaltning er derfor til stadighet å vurdere nye investeringer i forhold til de man allerede har. Merk at siden en investering i denne sammenheng ofte er skilt ut som et eget prosjekt i bedriften, vil noen bedrifter omtale investeringsporteføljen som en prosjektportefølje. Porteføljeforvaltning inneholder tre hovedaktiviteter:

1. Evaluere og velge ut nye investeringer som skal inngå i porteføljen. Denne aktiviteten tar i bruk de metodene som er nevnt over, både kvalitative og kvantitative. Det gjelder å legge inn de riktige investeringsprosjektene, det vil si de som passer godt med strategien og ressursene som er tilgjengelige og som har best lønnsomhet og riktig risikoprofil. Særlig er både ressursbruk og risikoprofil avhengig av at lederne vet hvilke andre investeringer som pågår samtidig, og som de nye investeringene må passe sammen med.

2. Følge opp pågående investeringer. Denne aktiviteten betyr at lederne følger opp investeringene gjennom å evaluere regnskaper for investeringen opp mot budsjetter og forhåndskalkyler (se kapittel 14 for ulike metoder) for å se om de antakelsene som ble gjort opprinnelig, fortsatt holder mål, eller om investeringen tjener mer eller mindre enn forventet. Hvis resultatet av oppfølgingen er negativt, kan det enten bety at investeringen blir avsluttet før planen eller at ledelsen må gjøre endringer i planen for investeringene, for eksempel ved å investere ekstra ressurser eller ved å revidere tidsplanen.
3. Avslutte investeringer, enten fordi de blir evaluert til å utvikle seg i feil retning, eller fordi de har gått ut tiden og derfor er avsluttet. Investeringer som er avsluttet, enten etter planen eller før planen fordi de har fått negativ evaluering (se over), må «overføres» til drift. Dette betyr at investeringen fjernes fra porteføljen, resultatet av investeringen, for eksempel et nytt IT-system, overføres til IT-avdelingen, alle kontoer avsluttes, og ressurser som har vært benyttet uten å være brukt opp, frigis til annen bruk. Ledelsen velger ofte å gjøre en sluttevaluering som har som hovedformål å lære av hvordan investeringen har vært gjennomført. I noen tilfeller kan også et delmål med sluttevalueringen være å vurdere de ansatte som har gjennomført investeringen med hensyn til om de har gjort en god jobb eller ikke.

FORVENTNING, VARIANS OG STANDARDAVVIK MED ET ENDELIG ANTALL MULIGE UTFALL

Tenk at du avtaler et veddemål basert på ett myntkast. Du vinner null dersom 0) det blir mynt. Du vinner en dersom det blir kron. Forventningen uttrykker hvor mye du kan regne med å vinne. Her vinner du null i halvparten av tilfellene og en i halvparten av tilfellene. I gjennomsnitt vinner du da 0,5. Vi sier at sannsynligheten for mynt, og dermed null, er en halv, og sannsynligheten for kron, og en, er også en halv. Og forventningen, $E[\cdot]$, blir verdien av utfallene veid sammen med sannsynlighetene: $E[\text{mynt}] = 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 1 = 0,5$. Tilsvarende får vi dersom veddemålet er en krone i gevinst for hvert øye en terning viser:

$$E[\text{terning}] = \frac{1}{6}1 + \frac{1}{6}2 + \frac{1}{6}3 + \frac{1}{6}4 + \frac{1}{6}5 + \frac{1}{6}6 = 3,5$$

Dersom du ikke bryr deg om risiko, men er opptatt av rikdom, vil du maksimalt være villig til å betale 0,5 for å delta i myntkastveddemålet, mens du maksimalt er villig til å betale 3,5 for terningkastvarianten. Risiko handler om variasjon iforhold til forventning. Dersom det er relativt stor sannsynlighet for å havne langt unna forventning, sier vi at risikoen er stor. Fra statistikk har vi begrepene varians og standardavvik som fanger opp denne effekten. Varians, $\text{Var}[\cdot]$, ningen. Standardavviket, $\text{Std}[\cdot]$, er forventningen til kvadratet av avstanden fra forventning. $\text{Std}[\cdot]$, er roten til variansen. For myntkastet får vi:

$$\begin{aligned} \text{Var}[mynt] &= 0,5 \cdot (0 - 0,5)^2 + 0,5 \cdot (1 - 0,5)^2 = 0,25 \\ \text{Std}[mynt] &= \sqrt{0,25} = 0,5 \end{aligned}$$

For terningkast får vi:

$$\begin{aligned} \text{Var}[terning] &= \frac{1}{6}(1 - 3,5)^2 + \frac{1}{6}(2 - 3,5)^2 + \frac{1}{6}(3 - 3,5)^2 \\ &\quad + \frac{1}{6}(4 - 3,5)^2 + \frac{1}{6}(5 - 3,5)^2 + \frac{1}{6}(6 - 3,5)^2 = 2,9 \\ \text{Std}[terning] &= \sqrt{2,9} = 1,7 \end{aligned}$$

Siden terningkast har høyere standardavvik enn myntkast, vil avvikene fra forventningen ha en tendens til å være større. Du vil oftere komme lenger fra forventningen. Men når det gjelder avvik per krone i forventning, blir det annerledes. Tenk deg at du betaler 0,5 for myntkastveddemålet og 3,5 for terningkast. Forventning, varians og standardavvik målt i avkastninger for myntkastinvesteringen blir da:

$$E[\text{mynt \%}] = 0,5 \cdot \frac{0 - 0,5}{0,5} + 0,5 \cdot \frac{1 - 0,5}{0,5} = 0,5 \cdot (-100 \%) + 0,5 \cdot 100 \% = 0$$

$$\text{Vars}[\text{mynts\%}] = 0,5 \cdot (-100 \% - 0)^2 + 0,5 \cdot (100 \% - 0)^2 = 10\,000 \%^2$$

$$\text{Std}[\text{mynts\%}] = \sqrt{10\,000 \%^2} = 100 \%$$

Tilsvarende for terningkast blir:

$$\begin{aligned} E[\text{terning \%}] &= \frac{1}{6} \cdot \frac{1 - 3,5}{3,5} + \frac{1}{6} \cdot \frac{2 - 3,5}{3,5} + \frac{1}{6} \cdot \frac{3 - 3,5}{3,5} + \frac{1}{6} \cdot \frac{4 - 3,5}{3,5} \\ &+ \frac{1}{6} \cdot \frac{5 - 3,5}{3,5} + \frac{1}{6} \cdot \frac{6 - 3,5}{3,5} = \frac{1}{6} \cdot (-100 \%) + \frac{1}{6} \cdot (-71 \%) + \frac{1}{6} \cdot (-14 \%) \\ &+ \frac{1}{6} \cdot 14 \% + \frac{1}{6} \cdot 71 \% + \frac{1}{6} \cdot 100 \% = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vars}[\text{terning \%}] &= \frac{1}{6} \cdot (-100 \% - 0)^2 + \frac{1}{6} \cdot (-71 \% - 0)^2 + \frac{1}{6} \cdot (-14 \% - 0)^2 \\ &+ \frac{1}{6} \cdot (14 \% - 0)^2 + \frac{1}{6} \cdot (71 \% - 0)^2 + \frac{1}{6} \cdot (100 \% - 0)^2 = 2\,381 \%^2 \end{aligned}$$

$$\text{Std}[\text{terning \%}] = \sqrt{2\,381 \%^2} = 48,8 \%$$

Beregningene viser at per krone som er investert, så er risikoen knyttet til terningkast lavere. Sannsynligheten for ekstreme avkastninger er mindre, og det er større sannsynlighet for å ligge relativt nært forventning. Vi kan generalisere det vi nå har gjort over. La de mulige utfallene for en stokastisk prosess være gitt av de N verdiene Z_i ; med tilhørende sannsynligheter P_i . Forventningen, variansen og standardavviket er da:

$$E[z] = \sum_{i=1}^N p_i z_i \quad \text{Vars}[z] = \sum_{i=1}^N p_i (z_i - E[z])^2 \quad \text{Std}[z] = \sqrt{\text{Vars}[z]}$$

NORMALFORDELING

Til nå har vi sett på tilfellet der usikkerhet modelleres med det vi kaller diskrete fordelinger. Det vil si at vi har et endelig antall mulige utfall med tilhørende sannsynligheter. Sammenhengen mellom sannsynlighet og verdi av utfall kaller vi fordeling. Og det diskrete går altså ut på at vi

har et begrenset antall mulige utfall. Men i mange sammenhenger er det praktisk å opptre som om VI den stokastiske prosessen kan gi verdier i et kontinuerlig intervall.

KOVARIANS OG KORRELASJONSKOEFFISIENT

Dersom du kaster to perfekte terninger etter hverandre, vil ikke antall øyne på den første gi deg noen ny informasjon om sannsynlige resultat av det andre terningkastet. Vi sier at de to stokastiske prosessene er uavhengige. Men avkastninger for aksjer har en tendens til å følge hverandre. Ikke helt, naturligvis. Men vi kan ikke si at avkastningen til par av aksjer er uavhengige prosesser. Kovarians og korrelasjonskoeffisient er begreper som fanger opp denne samvariasjonen på en bestemt måte.

Sannsynlighet	30 %	20 %	20 %	30 %
Aksje A	-7 %	-8 %	14 %	23 %
Aksje B	-9 %	13 %	-9 %	33 %

Legg merke til at tabellen fanger opp tilfellene dere begge har lavere eller høyere avkastning enn forventning, og der avkastningen er på motsatt side av forventning, men slik at sannsynligheten for avkastning på samme side av forventning er størst. Forventet avkastning og standardavvik regner vi som før:

$$E[A] = 0,3 \cdot (-7 \%) + 0,2 \cdot (-8 \%) + 0,2 \cdot 14 \% + 0,3 \cdot 23 \% = 6 \%$$

$$E[B] = 0,3 \cdot (-9 \%) + 0,2 \cdot 13 \% + 0,2 \cdot (-9 \%) + 0,3 \cdot 33 \% = 8 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Std}[A] &= \\ &= \sqrt{0,3(-7 \% - 6 \%)^2 + 0,2(-8 \% - 6 \%)^2 + 0,2(14 \% - 6 \%)^2 + 0,3(23 \% - 6 \%)^2} \\ &= 13,8 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Std[B] &= \\
 \sqrt{0,3 \cdot (-9 \% - 8 \%)^2 + 0,2(13 \% - 8 \%)^2 + 0,2(-9 \% - 8 \%)^2 + 0,3(33 \% - 8 \%)^2} \\
 &= 18,4 \%
 \end{aligned}$$

Kovarians er definert som forventningen til produktet av forskjellene i forhold til forventningene. Det vil si:

$$\begin{aligned}
 Cov[A, B] &= 0,3(-7 \% - 6 \%)(-9 \% - 8 \%) + 0,2(-8 \% - 6 \%)(13 \% - 8 \%) \\
 &+ 0,2(14 \% - 6 \%)(-9 \% - 8 \%) + 0,3(23 \% - 6 \%)(33 \% - 8 \%) = 152,5 \%^2
 \end{aligned}$$

Her er kovariansen positiv. Det betyr at aksjene har en tendens til å variere i samme retning i forhold til forventning. Dersom vi dividerer med produktet av standardavvikene, får vi korrelasjonskoeffisienten. Her får vi:

$$Corr[A, B] = \frac{152,5 \%^2}{13,8 \% \cdot 18,4 \%} = 0,6$$

Korrelasjonskoeffisienten blir et tall mellom minus én og én. Verdier på minus eller pluss én har vi bare når det er en lineær sammenheng mellom de to variablene med henholdsvis negativ og positiv koeffisient. Da er avhengigheten så sterk at kunnskap om den ene i prinsippet gir sikker informasjon om hva den andre vil bli. Aksjer i ulike selskaper vil naturligvis ikke ha en slik fast relasjon. I eksemplet får vi en korrelasjonskoeffisient på 60 %, som er relativt sterk positiv sammenheng, men som også reflekterer at det relativt ofte vil være slik at avkastningene vil være på motsatt side av forventningene.

Med diskrete fordelinger for de stokastiske variablene z og y får vi følgende uttrykk for kovarians:

$$Cov[z, y] = \sum_{i=1}^N p_i (z_i - E[z])(y_i - E[y])$$

Korrelasjonskoeffisienten blir:

$$Corr[z, y] = \frac{Cov[z, y]}{Std[y] \cdot Std[z]}$$

Kapittel 16 Om teknologisk utvikling og innovasjon

Drift eller utvikling eller begge deler samtidig?

Bedrifter har prinsipielt sett to ulike sett med oppgaver nemlig oppgaver relatert til drift og oppgaver relatert til utvikling. Driftsoppgaver karakteriseres ved at det er oppgaver som gjøres for å utnytte eksisterende ressurser best mulig. Utviklingsoppgaver karakteriseres ved at de er oppgaver som relateres til å skape nye ressurser bedriften kan bruke. Mange faktorer går inn i om man skal fokusere på det ene over det andre og det kommer an på situasjon.

Utnyttelse og utforskning

Det dreier seg altså om hvor mye ressurser vi skal sette av til utvikling og hvilken form dette utviklingsarbeidet skal ta. Når det gjelder mengden ressurser man kan/bør settes av til utviklingsarbeid, varierer dette fra bedrift til bedrift og fra bransje til bransje. En måte å måle hvor mye ressurser man bruker på utviklingsarbeid er å se på investeringer i forskning og utvikling i forhold til omsetning.

- Produktutvikling. Dette gjelder både arbeid med å forbedre eksisterende produkter og arbeid for å utvikle helt nye produkter og tjenester.

- Prosessutvikling: Dette gjelder arbeid for å utvikle produksjonsprosessene som skaper de eksisterende produktene og tjenester.
- Markedutvikling Her jobber bedriften med å skaffe seg nye markeder for sin eksisterende produkter og tjenester.
- Organisasjonsutvikling Her jobber bedriftene med å omorganiseres bedriften og end personalsystemer for å forbedre støtten til produksjon.

Alt i alt er det mange type utvikling det er ønskelig å drive med, og de fleste bedrifter bruker ikke på langt nær så mye ressurser på utvikling som de kanskje burde.

Individets opplevelse av utnyttelse versus utforskning

På et individnivå vil dette dilemma oppleves først og fremst som en tilstedeværelse av slakk, eventuelt en mangel på slakk. Slakk er arbeidstid som ikke er belagt med arbeid fra arbeidsgiver sin side. Jo mer organisasjonen prioriterer utnyttelse, jo mer organisert vil de ansattes hverdag være, og jo mindre slakk vil de oppleve. Uansett er eksistensen av slakk, enten den er skapt av bedriftens ledelse eller av de ansatte selv, ofte sentral for å få til utforsking, og særlig forskning i uventede og ikke planlagt retninger.

Klassifisering av innovasjoner

Radikale innovasjoner er innovasjoner som snur opp ned på forholdene i markedet.

Inkrementelle innovasjoner er forbedringer i eksisterende produkter og prosesser. Innovasjon i forretningsmodellen kan deles inn i:

- Innovasjon i synet på verdi: Dette omfatter alle endringer i hva du seier, som påvirker synet på verdi, heller en reelle produktendringer.
- Innovasjon i leveringskjeden: Dette gjelder alle typer endringer av hvordan produktet blir brakt til kunden.
- Innovasjon i hvem som er mål kunde: Sportsdrikk er et godt eksempel på produkter som var et vellykket forsøk fra brusprodusentene sin side på å nå nye markeder.
- Innovasjon i produktteknologi: Svært mange innovasjoner inneholde en endring i produktets/tjeneste teknologi. Dette kan være alt fra mindre endringer i eksisterende produkter til helt nye produkter basert på nye teknologiske løsninger.
- Innovasjon i prosesseteknologi: Dette er teknologiske endringer som gjøres i måten produktet eller en tjeneste blir produsert på, heller i selve produktet.
- Innovasjon i støttende teknologier Dette er teknologier som ikke påvirker verken produktet eller måten det blir produsert på, men som kan forbedre for eksempel måten eller hastigheten det når frem til kunden.

Radikale innovasjon destruktive side

En viktig observasjon når det gjelder radikale innovasjoner er at de har en destruktiv side. Mens inkrementelle innovasjon er vanligvis oppstår hos de bedrifter som allerede preger et markedet og dermed også tenderer til å styrke de markedsledende beite og med gi disse et enda bedre tak på markedet, viker radikale innovasjon motsatt. De tenderer til å oppstå hos outsiders i et marked, eller kanskje til og med hos aktører i helt andre markeder, og vil derfor ofte medføre

dramatiske endringer på markedsituasjonen i de markene de berører. Ved store endringer i markedsituasjonen som følge av radikale innovasjoner vil store bedrifter altså kunne gå konkurs, og uansett vil mange bedrifter i mange ulike bransjer ofte måtte gjennomgå store omstillinger. Det er også vist at radikale innovasjoner får relativt større destruktive følger for bedrifter som har prioritert utnyttelse fremfor utvikling.

Bedriftsorganisering for å oppnå ulike typer innovasjoner

Det er mulig for bedrifter å sette opp systemer som tenderer mot å skape henholdsvis inkrementelle innovasjoner eller radikale innovasjoner. De to typene innovasjoner krever imidlertid to helt ulike måter å jobbe med utvikling på, så selv bedrifter som prioriterer utvikling høyt, vil finne det utfordrende å satse både på å utvikle radikale innovasjoner og inkrementelle innovasjoner. Felles for begge typene av prosjekter er at de som skal være involvert har slakk i sin arbeidsdag som gjør at de kan tenke på mulig ideer til utvikling. Det er også viktig at ledelsen er fullt klar over at utvikling risikofyllt og utvikling av radikale innovasjoner desto mere så enn utvikling av inkrementelle innovasjoner. Ledelsen må derfor vise tålmodighet når utviklingstiltak ikke lykkes med nå frem til en innovasjon som faktisk kan sette i produksjon. Ledelsens fokus på prosessen er også viktig av en annen grunn nemlig at ledelsens rolle i utviklingsprosesser er å legge forholdene til rette.

Å jobbe med inkrementelle innovasjoner

Inkrementelle innovasjoner krever først og fremst personer med enorm kompetanse på alle sider av de eksisterende produkt/markeds kombinasjonene. Det aller viktigste for å skape forbedring er nemlig at man vet hva som er utfordringene med de eksisterende ressursene. Produksjonsarbeidere og ledere vet hva som er utfordringer med de eksisterende produktene, de kjenner til flaskehalsene i produksjon og har tenkt på hvordan disse kan fjernes eller omgås.

Å jobbe med radikale innovasjoner

Å jobbe med radikale innovasjoner er ikke overraskende, radikalt annerledes enn å jobbe med inkrementelle. For det første er ikke fokuset på inngående kjennskap til de eksterne ressursene. Det kan faktisk være et hinder, fordi inngående kjennskap til de eksisterende ressursene normalt også betyr at personen med kompetansen også har adoptert et spesifikt syn på hva som er naturlige utvikling muligheter og hva som ikke er det. I stedet regner man personer som har lite kunnskap om mange ulike områder og enda viktigere som har et bredt kontaktnett med fagpersoner fra flere ulike bransjer og kompetanseområder. Radikale innovasjoner oppstår nemlig når ansatte har mulighet til å leke med det umulige, det som ikke vanligvis blir diskutert og det som virker usannsynlig eller ugjenomfrølig.

Forretningsutvikling

Det å utvikle nye virksomheter innen, eller ved siden av, de eksisterende rammer kaller en ofte for intraprenørskap i stedet for entreprenørskap. Et annet ord for dette er forretningsutvikling.

- Oppgaver: En Forretningsutvikler har fire hovedoppgaver
 - Identifisere forretningsmuligheter
 - Gå gjennom forretningsmulighetene med tilstrekkelig flid, med andre ord foreta en grundig analyse og presentere mulighetene til styret
 - Lage en forretningsplan
 - Støtte fagpersonene som skal implementere forretningsplanen.
- Personer: For å beskrive forretningsutvikler bruker vi begrepet "en integrerende generalist" En forretningsutvikler bør ha erfaring både fra et eller flere fagfelt i linjen og ha leder erfaring og markesteff. Han bør også kjenne til hvordan gode ideer oppstår, og ha et våkent blikk for nye muligheter
- Struktur: Hvor mye bedriften satser på forretningsutvikling kan en lese av i hvordan funksjonen plasseres i organisasjonen. Den formelle organisasjonsstrukturen i en bedrift er nedfelt i organisasjonkartet og stillingsbeskrivelse, og ved å lete her finner man ut hvor, og om, forretningsutvikleren har funnet sin plass.

Internt eller eksternt fokus og dets betydning for forretningsutvikling

Bedrifter kan ha et internt eller et eksternt fokus. Med fokus mener vi her det bedriften og de ansatte faktisk synes er de viktigste oppgavene. Fokus kan også omtales som en reativt posisko som bedriften inntar i forhold til andre bedrifter i bransjen. Bedrifter som har internt fokus har oppmerksomheten hovedsaklig rettet mot det som skjer internt i bedriften. Mange ingeniør baserte virksomheter har denne orientering, og den innebærer fokus på å utvikle sin egent teknologi og sine egne produkter. Vi kaller det derfor også for teknologi-orientering. De bedriftene som hovedsakelig har fokus på det som skjer i omgivelser, på kunder og konkurrent, sier vi har eksternt fokus. Et annet uttrykk for eksternt fokus er markedsorientering. Det fins to ulike varianter av eksternt fokus. En bedrift som hovedsakelig har et responsivt eksternt fokus har hovedfokus på eksisterende konkurrenter, kunder og produkter. Formålet med denne orienteringen er å tilpasse seg og overgå det konkurrenten tilbyr, og de kunder krever av produktet. Dersom du har fokus på nye muligheter fremfor hva kunder og konkurrenter gjør i dag, kaller vi det å ha et proaktivt fokus. HER leter du aktivt etter nye muligheter.

- Produktutvikling handler om å lage nye produkter som du selger til dine eksisterende kunder. Ideene til disse produktene bør komme fra kjennskap til kundene
- Markedsutvikling er å finne nye markeder til sin eksisterende produkter
- Diversifisering er når en bedrift går for å satse i flere markeder samtidig

Teknologisk utvikling i sammenvevde nettverk

Et karakteristisk trekk med teknologi i dagens samfunn er at den alltid er innvevd med andre teknologier. Hvordan en spesifikk teknologi fungerer, vil derfor være avhengig av hvilke teknologier den fungerer sammen med, hvor godt disse teknologier fungerer i seg selv og ikke minst hvor godt de fungerer sammen. Dette med at teknologier er innvevd i hverandre, er svært viktig for forståelsen av hvordan vi kan finne, og nyttiggjøre oss innovasjoner. På den positive siden ser vi at ved å observere hvordan vår teknologi henger sammen med andre teknologier kan vi få ideer til hvordan vi kan gjøre inkrementelle og semiradikale innovasjoner.

Formler Økonomi

<http://kursinfo.himolde.no/bo-kurs/B%D8K311K/Formelark.pdf>

<https://www.wallstreetmojo.com/microeconomics-formula/>

<https://www.calculatestuff.com/financial/irr-calculator>

<https://www.calculatestuff.com/financial/npv-calculator>

Q = Mengde

P = Pris

Q(P) Er mengden pr pris

eks:

$$Q(P) = 600 - 1/2 * P$$

P(Q) Er indirekte etterspørsel og inverse av P(Q)

eks:

$$P(Q) = -2 * Q - 600$$

TR = Total inntekt

TR er lik antall enheter vi selger ganger med prisen

$$TR(Q) = P(Q) * Q$$

MR = marginalinntekt

MR er den ekstra inntekten en bedrift kan få ved å produsere og selge en enhet mer

$$MR(Q) = dTR/dQ = d/dQ [P(Q) * Q] = dP/dq * Q + p$$

*dx/dy = den deriverte

Etterspørsellastitet ϵ er forholdet mellom den relative endringen i mengden Q og den relative endringen i prisen P

$$\epsilon = - dQ/dP * P/Q$$

Priselastiteten er da

$$\epsilon^* = dP/dQ * Q/P$$

- Når $|\epsilon| > 1$ | da øker TR når prisen faller

- Når $|\epsilon| < 1$ | betyr at TR synker når prisen synker

- Når $\epsilon = 1$ Er det ingen endring i TR etter hva som skjer med prisen

FC er faste kostnader

VC er variable kostnader

TC er total kostnader

$$TC(Q) = FC + VC(Q)$$

MC er Marginal kostnader

$$MC(Q) = dTC/dQ$$

AC er gjennomsnittskonstnader

$$AC(Q) = TC(Q)/Q$$

- AC er minimert når $MC = AC$
- Hvis $MC < AC$ så synker AC hvis vi produserer en til enhet
- $MC > AC$ så øker AC hvis vi produserer en enhet til
- $MC = AC$ så har vi den optimale løsningen med minimal gjennomsnittskostnad

Sammenhengen mellom MC og ϵ er

$$P[1 - 1/\epsilon] = MC$$

II er profit og er differansen mellom inntekt og kostnad

$$II(Q) = TR(Q) - TC(Q)$$

$$\text{Hvis } dII/dq = 0 \Rightarrow dTR/dq - dTC/dQ = 0 \Rightarrow MR = MC$$

selvkost = inntakskost + indirekte konstnader

Konsumentoverskudd KO

$$KO = \text{integral } (P(Q)dq)(0 \rightarrow Q^*) - P^*Q^*$$

Produsentoverskuddet PO

$$PO = P^*Q^* - \text{integral}(MC(Q)*dQ)(0 \rightarrow Q^*)$$

Samfunnsøkonomisk overskudd

$$SO = KO + PO = \text{integral } (P(Q)dQ)(0 \rightarrow Q^*) - \text{integral } (MC(Q)dQ)(0 \rightarrow Q^*)$$

$$\text{Realrente} = (\text{Nominell rente} - \text{Inflasjon}) / (1 + \text{Inflasjon})$$

$$\text{Nominell kalkulasjonsrente} = \text{realrente} + \text{infl} + \text{realrente} * \text{infl}$$

Nåverdi er NV

$$NV = \sum (k_i / (1 + \text{rente})^i) (1 \rightarrow n)$$

NNV er netto nåverdi

$$NNV = k_0 + \sum (k_i / (1 + \text{rente})^i) (1 \rightarrow n) = k_0 + NV$$

* k_0 er start investeringen

$$\begin{aligned} \text{annuitetfaktor} &= ((1+r)^T * r) / ((1+r)^T - 1) \\ &= r / (1 - (1+r)^{-T}) \end{aligned}$$

annuitet = NNV * annuitetfaktor

Internrenten er den renten som gjør at netto nåverdien blir null

$$0 = -\text{start} + \text{år1}/(1+r)^1 + \text{år2}/(1+r)^2 + \dots + \text{årT}/(1+r)^T$$

løs denne for r og man får internrenten