Төсөл

****

**МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ**

Calculation methods for energy efficiency and energy consumption variations at country, region and city levels

Улс, бүс нутаг болон хотын түвшинд эрчим хүчний үр ашиг болон эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийг тооцох арга

**MNS ISO 50049:202x**

**Албан хэвлэл**

**СТАНДАРТ, ХЭМЖИЛ ЗҮЙН ГАЗАР**

**Улаанбаатар хот**

**202x он**

Энэ стандартыг ЭХЭЗХ-ийн ИТА Г.Амаржаргал орчуулж, .................................. редакц хийсэн.

Анхны үзлэгийг 202х онд, дараа нь 5 жил тутамд хийнэ.

**Стандарт, хэмжил зүйн газар (СХЗГ)**

Энхтайваны өргөн чөлөө 46А

Шуудангийн хаяг

Улаанбаатар-13343, Ш/Х - 48

Утас: 976-51-263860 Факс: 976-11-458032

E-mail: [masm@mongol.net](mailto:masm@mongol.net); [standardinform@masm.gov.mn](mailto:standardinform@masm.gov.mn)

[www.estandard.mn](http://www.estandard.mn); [www.masm.gov.mn](http://www.masm.gov.mn)

**© СХЗГ, 202х**

“Стандартчилал, тохирлын үнэлгээний тухай” Монгол Улсын хуулийн дагуу энэхүү стандартыг бүрэн, эсвэл хэсэгчлэн хэвлэх, олшруулах эрх нь гагцхүү СХЗГ (Стандартчиллын төв байгууллага)-т байна.

**Агуулга** хуудас

[Өмнөх үг v](#_bookmark0)

[Танилцуулга vi](#_bookmark1)

1. [Хамрах хүрээ 1](#_bookmark3)
2. [Норматив эшлэл 1](#_bookmark3)
3. [Нэр томьёо болон тодорхойлолт 1](#_bookmark3)
4. [Хүчин зүйлийг тооцоолох 4](#_bookmark11)
   1. [Ерөнхий зүйл 4](#_bookmark11)
      1. [Баримт бичигт тусгасан аргын тойм 4](#_bookmark11)
      2. [Тооцооллын зорилго 4](#_bookmark11)
      3. [Тайлбар хүчин зүйлийн төрлийг тооцоолох 5](#_bookmark13)
   2. [Арга болон хэрэглээний заалт 7](#_bookmark16)
      1. [Заалт 7](#_bookmark16)
      2. [Ашигласан өгөгдлийн төрлүүд 7](#_bookmark16)
      3. [Бүтцийн нөлөө 8](#_bookmark18)
      4. [Эрчим хүчний үр ашиг болон эрчим хүчний хэмнэлтийн тооцооллыг сонгох 8](#_bookmark18)
      5. [Эрчим хүчний зарцуулалт 9](#_bookmark21)
5. [Эрчим хүчний эрчимжилтийн өөрчлөлтөд нөлөөлөх бүтцийн нөлөөллийн үнэлгээ 9](#_bookmark21)
   1. [Ерөнхий зүйл 9](#_bookmark21)
   2. [Тооцооллын арга 10](#_bookmark24)
      1. [Бүтцийн нөлөөллийн тооцооллын танилцуулга 10](#_bookmark24)
      2. [Эрчим хүчний эрчимжилтийн өөрчлөлтийг Дивизиа задралын аргаар хийх 11](#_bookmark28)
   3. [Бүтцийн нөлөөлөлд холбогдох тооцооллын асуудал 12](#_bookmark32)
      1. [Ерөнхий зүйл 12](#_bookmark32)
      2. [Дивизийн задралын аргыг тооцоолох сонголт 13](#_bookmark39)
      3. [Хэд хэдэн хэсгээс бүрдсэн түвшин 14](#_bookmark43)
      4. [Гинжин эсвэл гинжин бус тооцоолол 14](#_bookmark43)
6. [Эрчим хүчний үр ашгийн индексийн тооцоолол 14](#_bookmark43)
   1. [Тооцооллын зорилго болон ерөнхий байдал 14](#_bookmark43)
   2. [Ерөнхий тооцоолол 15](#_bookmark47)
      1. [Ерөнхий зүйл 15](#_bookmark47)
      2. [1-р алхам: Эрчим хүчний хэрэглээ эсвэл дэд салбаруудыг сонгох 15](#_bookmark47)
      3. [2-р алхам: Заалтуудыг сонгох 15](#_bookmark47)
      4. [3-р алхам: Заалтын утгыг тооцоолох 16](#_bookmark50)
      5. [4-р алхам: Заалтын ерөнхий чигийг индекс болгон тооцох 16](#_bookmark50)
      6. [5-р алхам: Хүндрүүлэгчийн хүчин зүйлийг тооцоолох 16](#_bookmark50)
      7. [6-р алхам: Салбарын эрчим хүчний үр ашгийн индексийг тооцох 17](#_bookmark57)
      8. [7-р алхам: Эрчим хүчний үр ашгийн ерөнхий индексийн тооцоо 18](#_bookmark61)
   3. [Эрчим хүчний үр ашгийн индексийг тооцоолоход гарах тооцооллын асуудлууд 18](#_bookmark61)
      1. [Ерөнхий зүйл 18](#_bookmark61)
      2. [Тооцооллын сонголт 18](#_bookmark61)
      3. [Эрчим хүчний үр ашгийг сайжруулах сөрөг үр дүнд бий болсон үзүүлэлт 19](#_bookmark64)
   4. [Эрчим хүчний үр ашгийн индексийн зөв ажиллагаа 19](#_bookmark64)
      1. [Ерөнхий зүйл 19](#_bookmark64)
      2. [Өгөгдлийн эх сурвалжийн статус 20](#_bookmark67)
      3. [Заалтийн зохицол 20](#_bookmark67)
      4. [Үеийн үргэлжлэх хугацаа 20](#_bookmark67)
7. [Эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийн задаргааны дүн шилжилгээ 20](#_bookmark67)
   1. [Тооцооллын зорилго болон тойм 20](#_bookmark67)
   2. [Ерөнхий тооцоолол 21](#_bookmark72)
      1. [Ерөнхий зүйл l 21](#_bookmark72)
      2. [Тайлбар хүчин зүйлийн тодорхойлолт 21](#_bookmark72)
      3. Үйл ажиллагааны хүчин зүйлийн тооцоолол
      4. [Эрчим хүчний хэмнэлтийн хүчин зүйлийн тооцоолол 23](#_bookmark77)
      5. [Бүтцийн нөлөөллийн тооцоолол 24](#_bookmark82)
      6. [Бусад хүчин зүйлийн тооцоолол 24](#_bookmark82)
   3. [Эрчим хүчний зарцуулалтын хувиралтын задралд холбогдох бусад асуудал 24](#_bookmark82)
      1. [Ерөнхий зүйлl 24](#_bookmark82)
      2. [Хэт үеийн тооцоолол 25](#_bookmark88)
      3. [Эрчим хүчний үр ашгийг сайжруулах заалтийн сөрөг үр дүн 25](#_bookmark88)

[A хавсралт (мэдээллийн) Бүтцийн нөлөөллийн тооцоо 26](#_bookmark89)

[B хавсралт (мэдээллийн) Эрчим хүчний үр ашгийн заалтуудын жишээ 34](#_bookmark104)

[C хавсралт (мэдээллийн) Тайлбар хүчин зүйлийн жишээнүүд 45](#_bookmark128)

[D хавсралт (мэдээллийн) Эрчим хүчний зарцуулалтын цаг агаарын залруулга 56](#_bookmark153)

[Ном зүй 57](#_bookmark156)

**Contents** Page

[Foreword v](#_bookmark0)

[Introduction vi](#_bookmark1)

1. [Scope 1](#_bookmark3)
2. [Normative references 1](#_bookmark3)
3. [Terms and definitions 1](#_bookmark3)
4. [Factors to be calculated 4](#_bookmark11)
   1. [General 4](#_bookmark11)
      1. [Overview of methods included in the document 4](#_bookmark11)
      2. [Objectives of calculations 4](#_bookmark11)
      3. [Types of explanatory factors to be calculated 5](#_bookmark13)
   2. [Indicators, methods and applications 7](#_bookmark16)
      1. [Indicators 7](#_bookmark16)
      2. [Types of data used 7](#_bookmark16)
      3. [Structure effects 8](#_bookmark18)
      4. [Indicator choice for energy efficiency and energy savings calculation 8](#_bookmark18)
      5. [Climatic corrections of energy consumption 9](#_bookmark21)
5. [Evaluation of structure effects in the variation of energy intensity 9](#_bookmark21)
   1. [General 9](#_bookmark21)
   2. [Calculation methods 10](#_bookmark24)
      1. [Introduction to the calculation of structure effect 10](#_bookmark24)
      2. [Decomposition of the energy intensity variation with the Divisia method 11](#_bookmark28)
   3. [Calculation issues related to structure effects 12](#_bookmark32)
      1. [General 12](#_bookmark32)
      2. [Options of calculation of the Divisia decomposition 13](#_bookmark39)
      3. [Disaggregation level 14](#_bookmark43)
      4. [Chained or unchained calculation 14](#_bookmark43)
6. [Calculation of energy efficiency indices 14](#_bookmark43)
   1. [Objective and overview of calculation 14](#_bookmark43)
   2. [General calculation 15](#_bookmark47)
      1. [General 15](#_bookmark47)
      2. [Step 1: Selection of subsectors or energy uses 15](#_bookmark47)
      3. [Step 2: Choice of indicators 15](#_bookmark47)
      4. [Step 3: Calculation of indicator values 16](#_bookmark50)
      5. [Step 4: Calculation of indicator trends as index 16](#_bookmark50)
      6. [Step 5: Calculation of weighting factors 16](#_bookmark50)
      7. [Step 6: Calculation of energy efficiency indices by sector 17](#_bookmark57)
      8. [Step 7: Calculation of an overall energy efficiency index 18](#_bookmark61)
   3. [Computational issues in the calculation of the energy efficiency indices 18](#_bookmark61)
      1. [General 18](#_bookmark61)
      2. [Options for calculation 18](#_bookmark61)
      3. [Indicators resulting in negative energy efficiency improvement 19](#_bookmark64)
   4. [Reliability of energy efficiency indices 19](#_bookmark64)
      1. [General 19](#_bookmark64)
      2. [Status of data sources 20](#_bookmark67)
      3. [Appropriateness of the indicator 20](#_bookmark67)
      4. [Length of period 20](#_bookmark67)
7. [Decomposition analysis of energy consumption variation 20](#_bookmark67)
   1. [Objective and overview of calculation 20](#_bookmark67)
   2. [General calculation 21](#_bookmark72)
      1. [General 21](#_bookmark72)
      2. [Definition of explanatory factors 21](#_bookmark72)
      3. Calculation of the activity factor
      4. Calculation of the energy savings factor
      5. Calculation of structure effects
      6. Calculation of other factors
      7. calculation of the activity factor
   3. Other issues related to the decomposition of the energy consumption variation
      1. [General 24](#_bookmark82)
      2. [Calculation over a period 25](#_bookmark88)
      3. [Indicators resulting in negative energy efficiency improvement 25](#_bookmark88)

[Annex A (informative) Calculation of structure effects 26](#_bookmark89)

[Annex B (informative) Examples of energy efficiency indicators 34](#_bookmark104)

[Annex C (informative) Examples of explanatory factors 45](#_bookmark128)

[Annex D (informative) Climatic corrections of energy consumption 56](#_bookmark153)

[Bibliography 57](#_bookmark156)

**Өмнөх үг**

ОУСБ (Олон улсын стандартчиллын байгууллага) нь үндэстний стандартчиллын байгууллагуудыг (ОУСБ-ын гишүүн байгууллага) нэгтгэсэн дэлхий нийтийн холбоо юм. Олон улсын стандарт бэлтгэх ажлыг ОУСБ-ын техникийн хороод гүйцэтгэдэг. Гишүүн байгууллага бүр сонирхсон асуудлаа тухайн асуудлыг хэлэлцэхэд зориулан байгуулсан техникийн хороонд илэрхийлэх эрхтэй. Түүнчлэн ОУСБ-тай холбоотой ажилладаг олон улсын байгууллагууд, төрийн, төрийн бус байгууллагууд энэ ажилд оролцоно. ОУСБ нь цахилгаан техникийн стандартчиллын бүх асуудлаар Олон Улсын Цахилгаан Техникийн Комисс (ОУЦТК)-той нягт холбоотой ажилладаг.

Энэ баримт бичгийг боловсруулахад хэрэглэсэн горимууд, мөн цаашид ашиглахад зориулан төлөвлөсөн горимуудыг ОУСБ/ОУЦТК-ын Удирдамжийн 1 дүгээр хэсэгт тайлбарласан. Ялангуяа ОУСБ-ын баримт бичгийн янз бүрийн төрөлд шаардагдах баталгаажуулалтын шалгуурыг тэмдэглэх хэрэгтэй. Энэ баримт бичиг нь ОУСБ/ОУЦТК-ын Удирдамжийн 2 дугаар хэсгийн хянан засах журамд нийцүүлэн боловсруулагдсан төсөл юм (www.iso.org/directives цахим хаягаар үзнэ үү).

Энэ баримт бичгийн зарим бүрэлдэхүүн хэсэг зохиогчийн эрхийн дагуу хамгаалагдсан байж болохыг анхаарах шаардлагатай. ОУСБ нь ийм төрлийн зохиогчийн эрхийн аль нэгийг буюу бүгдийг тодорхойлон заах хариуцлага хүлээхгүй болно. Баримт бичгийг боловсруулах явцад мэдсэн аливаа зохиогчийн эрхийн тухай дэлгэрэнгүй мэдээллийг танилцуулгад болон/ эсвэл зохиогчийн эрхийн мэдэгдлийг хүлээн авсан талаарх ОУС-ын жагсаалтад заана (www.iso.org.patents цахим хаягаар үзнэ үү).

Энэ баримт бичигт дурдсан аливаа худалдааны тэмдгийг хэрэглэгчдийн тохиромжтой байдалд зориулсан мэдээлэлд хэрэглэсэн бөгөөд тухайн худалдааны тэмдэгт дэмжлэг үзүүлээгүй болно.

Стандартуудыг сайн дурын хэлбэрээр хэрэглэх талаар тайлбар, техникийн зохицуулалтад хамаарах, ОУСБ-ын тусгай нэр томьёо, үг хэллэгийн утга, түүнчлэн Худалдаанд гарах техникийн саад бэрхшээлтэй холбоотой Дэлхийн худалдааны байгууллагын (WTO) зарчмыг ОУСБ-аас баримтлах тухай мэдээллийг www.iso.org/iso/foreword.html цахим хаягаар үзнэ үү.

Энэхүү баримт бичгийг ОУСБ-ын Эрчим хүчний менежмент болон эрчим хүчний хэмнэлт нэртэй 301 дүгээр Техникийн хороо боловсруулсан.

Энэ баримт бичигтэй холбоотой аливаа санал хүсэлт эсвэл асуултууд байвал хэрэглэгчийн үндэсний стандартын байгууллагад хандана. Эдгээр байгууллагуудын бүрэн жагсаалтуудыг [www.iso.org/members.html](https://www.iso.org/members.html) сайтаас олж болно.

**Foreword**

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

The procedures used to develop this document and those intended for its further maintenance are described in the ISO/IEC Directives, Part 1. In particular, the different approval criteria needed for the different types of ISO documents should be noted. This document was drafted in accordance with the editorial rules of the ISO/IEC Directives, Part 2 (see [www.iso.org/directives](https://www.iso.org/directives-and-policies.html)).

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. ISO shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights. Details of any patent rights identified during the development of the document will be in the Introduction and/or on the ISO list of patent declarations received (see [www.iso.org/patents](https://www.iso.org/iso-standards-and-patents.html)).

Any trade name used in this document is information given for the convenience of users and does not constitute an endorsement.

For an explanation of the voluntary nature of standards, the meaning of ISO specific terms and expressions related to conformity assessment, as well as information about ISO’s adherence to the World Trade Organization (WTO) principles in the Technical Barriers to Trade (TBT) see [www.iso.org/](https://www.iso.org/foreword-supplementary-information.html) [iso/foreword.html](https://www.iso.org/foreword-supplementary-information.html).

This document was prepared by Technical Committee ISO/TC 301, *Energy management and energy savings.*

Any feedback or questions on this document should be directed to the user’s national standards body. A complete listing of these bodies can be found at [www.iso.org/members.html](https://www.iso.org/members.html).

**Танилцуулга**

Олон улсын уур амьсгал, эрчим хүчний бодлогод эрчим хүчний хэмнэлт болон эрчим хүчний зарцуулалтын өсөлтийг сайжруулах үүрэг нэмэгдэж байгаатай холбогдуулан эдгээр бодлогын үр нөлөөг олон улсын түвшинд үнэлэх аргуудыг уялдуулах шаардлагатай байна.

Энэхүү баримт бичиг нь тайлбарлах хүчин зүйлээр дамжуулан эрчим хүчний зарцуулалт болон эрчим хүчний үр ашгийг үнэлэх, түүнчлэн үндэсний болон бүс нутгийн түвшинд эрчим хүчний үр ашгийн индексийг тооцохтой холбоотой.

Практик хэрэглээ нь арга хэмжээ, доод түвшний задаргааны өгөгдөл байгаа эсэх эсвэл ойлголт болон харилцаа нь зөрөлдөөтэй гэх мэт тодорхой хязгаарлалтаас шалтгаалан өөр байна.

Энд танилцуулсан аргууд нь эрчим хүчний хэрэглээний ерөнхий чиглэл болон эдгээр ерөнхий чиглэлтэй холбоотой хүчин зүйлсийн талаар чухал ойлголтыг өгнө. Гэсэн хэдий ч эдгээр аргууд нь үндсэндээ дүрслэх шинж чанартай байдаг тул эрчим хүчний хэрэглээнд нөлөөлж буй үзэгдлийн бүх талыг энэ баримт бичгийн аргуудаар тооцдоггүй. Энд үзүүлсэн шинжилгээнүүд нь эрчим хүчний хэрэглээний хэв маяг, өөрчлөлтийг илрүүлж болох ч учир шалтгааны холбоог заавал илчлэх албагүй бөгөөд энэ нь цаашдын дүн шинжилгээ хийх шаардлагатай байж магадгүй юм. Энд үзүүлсэн анализууд нь эрчим хүчний хэрэглээний хэв маяг эсвэл өөрчлөлтийг тооцоолж болох ч шалтгаант чанарыг заавал ил гаргахгүй бөгөөд энэ нь нэмэлт анализ шаардаж болох талтай.

Хэрэглэгч энэ баримт бичигт үзүүлсэн аргуудтай холбоотой зарим асуудлыг мэдэж байх ёстой. Эдгээрийн зарим нь аналитик асуудлаас үүдэлтэй. Жишээ нь тухайн салбарын бүх түлшийг нэг эрчим хүчний хувьсагч болгон нэгтгэх үү эсвэл тус тусад нь авч үзэх үү гэсэн асуултад энд танилцуулсан аргуудыг ашиглан анализын зорилгыг тодорхой дурдах замаар шийдвэрлэх нь зүйтэй. Бусад талууд нь энд танилцуулсан аргуудад тодорхой тусгаагүй үзэгдлүүд юм.

Үүний нэг жишээ нь эрчим хүч эсвэл нэмэлт аргыг шаарддаг бусад түүхий бүтээгдэхүүний үнийн үүрэг юм.

Энэхүү баримт бичиг нь гурван өөр тооцооллын аргаас бүрдэнэ:

* эрчим хүчний эрчимжилтийн өөрчлөлт дэх бүтцийн нөлөөллийн үнэлгээ;
* эрчим хүчний үр ашгийн товьёогийг тооцоолох;
* эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийн задаргааны анализ.

Эрчим хүчний эрчимжилтийг ихэвчлэн нийт түвшинд эрчим хүчний үр ашгийн хязгаарлагдмал өгөгдөлтэй заалт гэж үздэг. Эдийн засгийн бүтцийн өөрчлөлтийг тэдгээрийн өөрчлөлтөөс хасах замаар эрчим хүчний үр ашгийн үзүүлэлт болгон ашиглахыг сайжруулж болно.

Эдийн засгийн бүтцэд гарсан өөрчлөлтийг өөрчлөх замаар эрчим хүчний хэмнэлтийн прокси болгон ашиглахыг сайжруулж болно: энэ нь энэхүү баримт бичгийн эхний хэсгийн зорилго юм.

Дэд салбар эсвэл эрчим хүчний хэрэглээ эсвэл тээврийн төрлөөр эрчим хүчний хэрэглээний талаарх илүү нарийвчилсан мэдээлэлтэй бол эрчим хүчний үр ашгийн ерөнхий чиглэлийг "эрчим хүчний үр ашгийн үзүүлэлтүүд" гэж нэрлэгддэг эрчим хүчний эрчимжилтээс илүү нарийвчлалтай үзүүлэлтээр үнэлэх боломжтой: энэхүү баримт бичигт танилцуулсан тооцооллын хоёр дахь аргын зорилго юм.

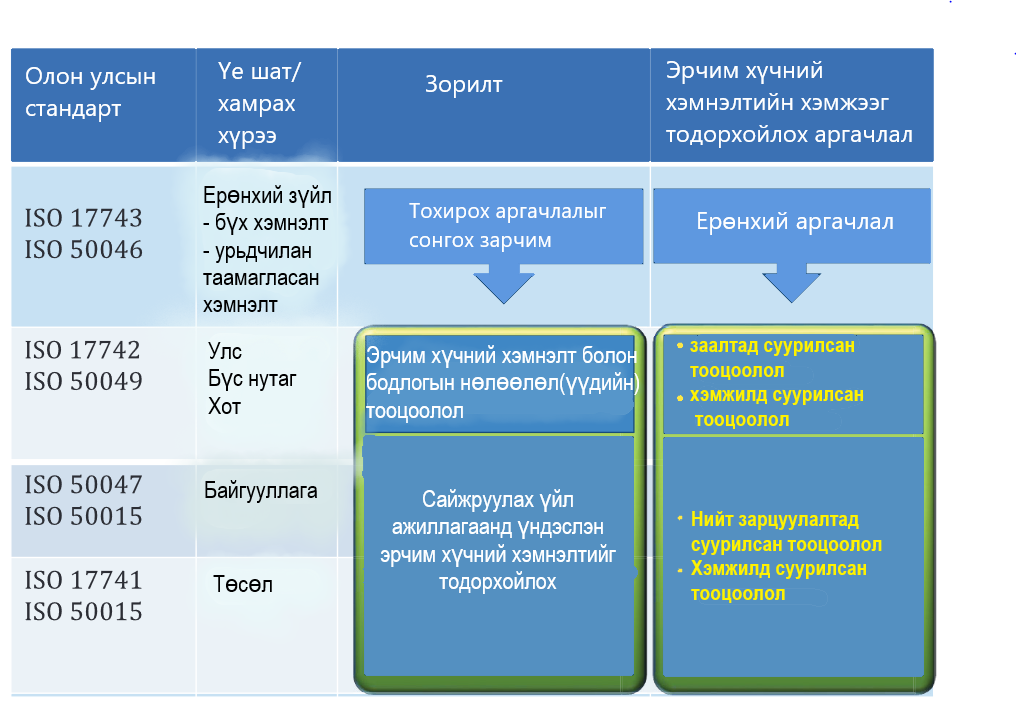
Эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлт нь эдийн засгийн үйл ажиллагааны өөрчлөлт, эрчим хүчний хэмнэлт болон бусад тайлбартай холбоотой байж болно: энэхүү баримт бичигт тодорхойлсон тооцооллын гурав дахь аргын зорилго нь эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтөд задаргаа хийх аргыг танилцуулах юм. Энэ нь заалтад суурилсан хэмнэлтийг ашигладаг, өөрөөр хэлбэл ISO 17742-д тодорхойлсон заалтад суурилсан аргын дагуу тооцсон эрчим хүчний хэмнэлтийг ашигладаг.

Энэхүү баримт бичигт аж үйлдвэр, зам тээвэр, айл өрх, үйлчилгээ ("гуравдагч салбар" гэж нэрлэдэг) болон хөдөө аж ахуй зэрэг эцсийн хэрэглээний бүх салбарыг авч үздэг. Үүнд цахилгаан станц, боловсруулах үйлдвэр, нүүрсний уурхай зэрэг эрчим хүчний хангамж зэрэг ерөнхий салбарыг оруулаагүй. Гэсэн хэдий ч эрчим хүчний салбарын интеграцчлалыг эрчим хүчний салбарын эрчим хүчний хэмнэлт, эрчим хүчний хольцын өөрчлөлтийн үр нөлөөг харгалзан анхдагч эрчим хүчний зарцуулалтын задралд авч үзэж болно.

Энэхүү баримт бичигт авч үзсэн эрчим хүчний зарцуулалт нь эрчим хүчний хэмнэлтийн бодлогод нөлөөлдөггүй тул хуванцар үйлдвэрлэхэд ашигладаг нефтийн түүхий эд эсвэл бордоо хийхэд түүхий эд болгон ашигладаг байгалийн хий зэрэг түүхий эдүүдийн эрчим хүчийг оруулаагүй болно.

Энэхүү баримт бичгийг эрчим хүчний эрчимжилт, эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийг тогтоох, мөн тодорхой хугацаанд салбараар эрчим хүчний үр ашгийг үнэлэхийг хүссэн аливаа сонирхогч талууд (шийдвэр гаргагчид, компаниуд, судлаачид, ТББ-ууд гэх мэт) ашиглаж болно.

Энэхүү баримт бичиг нь TC 301 (1-р зураг)-ийн боловсруулсан багц баримт бичгийн нэг хэсэг бөгөөд ISO 17743 стандартад тодорхойлсон тайлан, системийн хил хязгаар, мөн ISO 17742-д танилцуулсан эрчим хүчний хэмнэлтийн тооцоо зэрэг ерөнхий зарчимд үндэслэсэн болно.



**1-р зураг — Баримт бичгүүдийн хамаарал**

Энэ баримт бичигт эрчим хүчний үр ашгийн заалтүүдэд суурилсан гурван төрлийн тооцооллын аргыг илүү нарийвчлалтай тусгасан болно. ISO 17742 стандарттай харьцуулахад энэ нь: a) эрчим хүчний эрчимжилт, b) эрчим хүчний хэмнэлт, эцэст нь c) эрчим хүчний хэрэглээний өөрчлөлтийг илүү сайн ойлгоход туслах сайжруулсан арга зүйг нарийвчлан тусгасан болно. ISO 17742 стандарттай харьцуулахад: a) эрчим хүчний эрчимжилт, b) эрчим хүчний хэмнэлт болон c) эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийн талаар илүү дэлгэрэнгүй ойголтыг хөнгөвчлөх дэвшилтэт арга зүйг нарийвчлан тусгасан болно.

Эрчим хүчний үр ашгийн ерөнхий чиглэлийн үнэлгээ нь эрчим хүчний үр ашгийн индексийн тооцоонд тулгуурладаг. Эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийг янз бүрийн тайлбарлагч хүчин зүйлүүдэд задлах замаар тайлбарладаг бөгөөд тэдгээрийн нэг нь эрчим хүчний хэмнэлт юм. Тиймээс энэхүү баримт бичиг нь эрчим хүчний хэмнэлтийг тооцоолох аргын ISO 17742 стандартыг нөхөж байна. Тодруулбал, энэ нь ISO 17742 нь үзүүлэлтэд суурилсан аргуудтай хэрхэн харьцдаг талаар нэмэлт юм. Тооцооллын арга бүрийн хувьд тусгай тооцооны жишээг А-С хавсралт тусад нь харуулсан.

Энэхүү баримт бичгийг ашиглахдаа хэрэглэгч санал болгож буй аргуудын олон төрлийн хувилбаруудаас сонгох боломжтой. Үр дүнг ил тод байлгахын тулд энэхүү баримт бичгийн хэрэглэгч үр дүнг танилцуулахдаа ашигласан аргачлалыг зааж өгнө.

Эрчим хүчний зарцуулалт, эрчим хүчний хэмнэлт, эрчим хүчний зарцуулалтын ерөнхий чиглэлийг үнэлэх ерөнхий арга зүй, түүний эрчим хүчний хэмнэлттэй уялдаа холбоог 4-р зүйлд үзүүлэв. Эрчим хүчний эрчимжилтийн өөрчлөлтөд бүтцийн өөрчлөлтийн нөлөөллийн тооцоог 5-р зүйлд тайлбарласан. Эрчим хүчний үр ашгийн индексийг тооцоолох аргыг 6-р зүйлд тайлбарласан. Эцэст нь эрчим хүчний зарцуулалтын задралын аргыг 7-р зүйлд өгсөн болно. А-В хавсралтад олон төрлийн тооцоог харуулах жишээнүүдийг оруулсан. Эдгээр тооцооны ихэнхийг ердийн уур амьсгалд тохируулсан эрчим хүчний хэмнэлтийн үзүүлэлтээр хийх ёстой тул D хавсралтад цаг уурын тохируулга хийх аргачлалыг танилцуулсан.

**Introduction**

Due to the increasing role of energy efficiency improvements and of controlling the energy consumption growth in international climate and energy policies, there is a need for harmonization of methods to evaluate the impact of these policies at the international level.

This document is concerned with the evaluation of energy consumption and energy intensity changes through explanatory factors, as well as the calculation of an energy efficiency index, at national and regional levels. The practical application can be different due to specific restrictions, such as methodologies, availability of data at lower levels of disaggregation, or difficulty in understanding and communicating.

The methods presented here can provide valuable insights into trends in energy use and factors linked to those trends. Still, not all aspects of the phenomena that affect energy use are accounted for by the methods in this document, as these methods are primarily descriptive. While the analysis presented here can reveal patterns or shifts in patterns of energy use, they do not necessarily reveal causality, an aspect that can also require additional analysis.

The user should be aware of some issues associated with the methods presented in this document. Some of these arise from analytic issues. For example, whether to combine all fuels in a sector into a single energy variable or to treat them separately is a question best addressed by clear reference to the purpose of the analysis using the methods presented here. Other aspects are phenomena not explicitly included in the methods presented here. An example is the role of the prices of energy or other goods, which can require additional methods.

This document is composed of three different calculation methods:

* evaluation of structure effects in the variation of energy intensity;
* calculation of energy efficiency indices;
* decomposition analysis of energy consumption variation.

Energy intensity is often considered as an indicator of energy efficiency at aggregate level when limited data are available. Their use as a proxy for energy efficiency can be improved by removing from their variations changes in economic structures: this is the objective of the first part of this document.

With more detailed data on energy consumption available by subsectors or energy uses (e.g. space heating) or by modes of transport (e.g. cars), it is possible to assess energy efficiency trends through a more accurate indicator than energy intensity, called “energy efficiency indices”: this is the objective of the second method of calculation presented in this document.

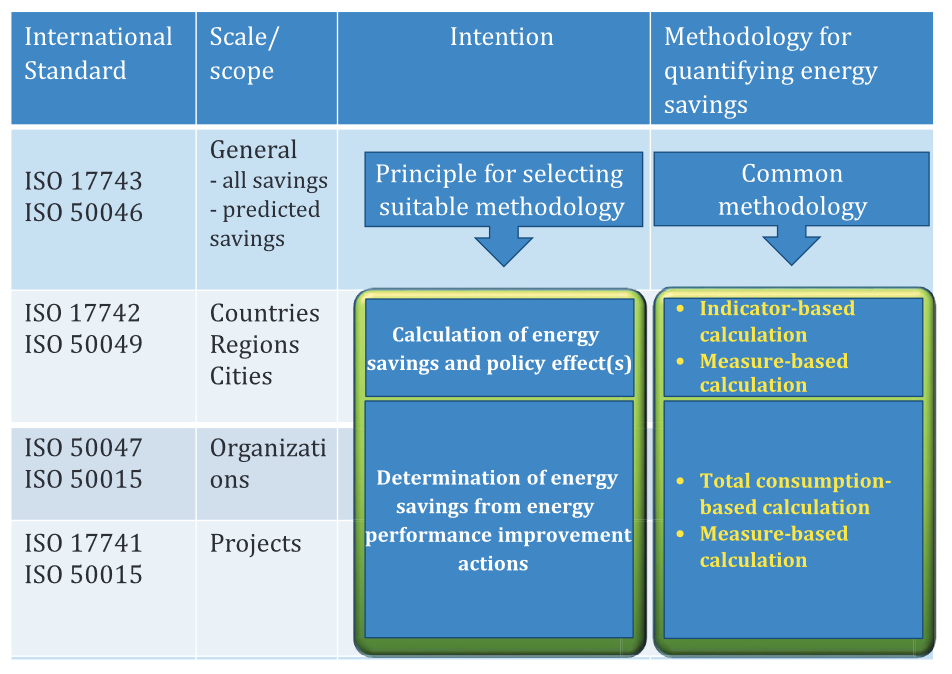
The variation of energy consumption can be related to change in economic activity, to energy savings as well as to other explanatory factors: the purpose of the third method of calculation described in this document is to present the method of decomposition of changes in energy consumption. It makes use of indicator-based savings, i.e. energy savings calculated according to the indicator-based method, as described in ISO 17742.

This document considers all end-use sectors, such as industry, transport, households, services (also known as the “tertiary sector”) and agriculture. It does not generally incorporate the energy supply sectors, such as power plants, refineries or coal mines. However, the integration of the power sector can be considered in the decomposition of the primary energy consumption to account for the effect of variations in energy efficiency and energy mix in the power sector.

Energy consumption considered in this document excludes feedstock energy, such as oil feedstock used to produce plastics or natural gas used as a feedstock for the production of fertilisers, as they are not affected by energy efficiency policies.

This document can be used by any interested parties (decision-makers, companies, researchers, NGOs, etc.) that want to understand changes in the energy intensity or the energy consumption, as well as to assess energy efficiency by sector over a specific period.

This document is part of a set of documents developed by TC 301 (see [Figure 1](#_bookmark2)) and builds on the general principles outlined in ISO 17743, including reporting and system boundaries, and on the energy savings calculations presented in ISO 17742.



**Figure 1 — Relationship between documents**

The document covers more precisely three types of calculation methods based on energy efficiency indicators. Compared to ISO 17742, it details more advanced methodologies that facilitate a more comprehensive understanding of changes in: a) energy intensity, b) energy efficiency and, finally, c) energy consumption. The evaluation of energy efficiency trends relies on the calculation of energy efficiency indices. Variations in energy consumption are explained from a decomposition into different explanatory factors, one of which being energy savings. Therefore, this document complements ISO 17742 on energy savings calculation methods. More specifically, it complements how ISO 17742 deals with indicator-based methods. For each calculation method, examples of specific calculations are presented separately in [Annexes A](#_bookmark91) to [C](#_bookmark129).

When applying this document, the user can choose between different options of the methods proposed. In order to be transparent in the way results have been obtained, the user of this document should specify the methodology used when presenting the results.

The general methodologies to evaluate trends in energy intensity, energy efficiency and energy consumption and its link to energy savings are presented in [Clause 4](#_bookmark12). The calculation of the influence of structural changes in the energy intensity variation is described in [Clause 5](#_bookmark23). The calculation method for the energy efficiency index is described in [Clause 6](#_bookmark46). Finally, the method of decomposition of the energy consumption is given in [Clause 7](#_bookmark71). [Annexes A](#_bookmark91) to [C](#_bookmark129) provide examples to illustrate various types of calculations. [Annex D](#_bookmark154) presents the methodology of climatic corrections, as most of these calculations should be done with energy efficiency indicators adjusted to a normal climate.

МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ

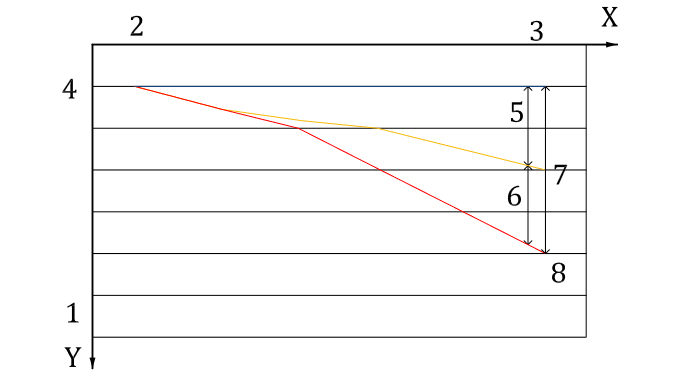
Ангилалтын код

|  |  |
| --- | --- |
| **Улс, бүс нутаг болон хотын түвшинд эрчим хүчний үр ашиг болон эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийг тооцох арга** | MNS ISO 50049:202x |
| **Calculation methods for energy efficiency and energy consumption variations at country, region and city levels** | ISO 50049:202x |

СХЗГ-ын даргын 202x оны ... дугаар сарын ... –ны өдрийн ... дугаар тушаалаар батлав.

Энэ стандартыг 202x оны ... дүгээр сарын ... –ний өдрөөс эхлэн дагаж мөрдөнө.

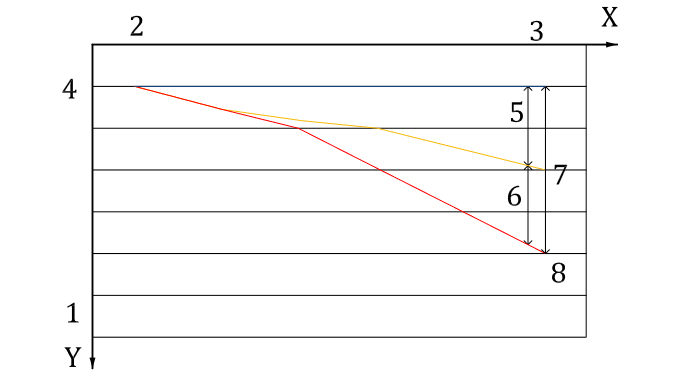
|  |  |
| --- | --- |
| **1 Хамрах хүрээ**  Энэхүү баримт бичигт улс орон, бүс нутаг, хотуудын эрчим хүчний хэмнэлт, эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтөд дүн шинжилгээ хийх, эрчим хүчний үр ашгийн ахиц дэвшлийг хэмжих аргачлалын удирдамж өгөгдсөн. Энэ нь өөр өөр гурван тооцоолох аргаас бүрддэг:   * эрчим хүчний эрчимжилтийн өөрчлөлтөд бүтцийн нөлөөллийн үнэлгээ; * эрчим хүчний үр ашгийн индексийн тооцоолол; * эрчим хүчний зарцуулалтын хувиралтын задаргааны шинжилгээ.   Энэ баримт бичиг нь улс орон, бүс нутаг эсвэл хотын статистикийн нэгдсэн үнэлгээг гаргахад хамаарна. Энэ нь эрчим хүчний зарцуулалт эсвэл эрчим хүчний үр ашгийн өөрчлөлтийг хувь ​​хэрэглэгчийн түвшинд (жишээ нь өрхийн, байгууллага, компани) тооцоход хамаарахгүй.  **2 Норматив эшлэл**  Энэхүү баримт бичигт норматив эшлэл байхгүй.  **3 Нэр томьёо болон тодорхойлолт**  Энэхүү баримт бичгийн зорилгод дараах нэр томьёо болон тодорхойлолтыг хэрэглэнэ.  Стандартчиллын ажилд ашиглах зориулалттай нэр томьёоны санг ОУСБ болон ОУЦТК дараах хаягуудад байршуулсан байдаг:   * ОУЦТК-ын Электропедиа тайлбар толь [https://www.iso.org/obp](https://www.iso.org/obp/ui) * ОУСБ-ын Интернэтээр хайж харах талбар: http://www.iso.org/obp хаягаар үзэх боломжтой   **3.1**  **үйл ажиллагааны хүчин зүйл**  өгөгдсөн үе дэх салбарын үйл ажиллагааны өөрчлөлтөөс шалтгаалан тухайн салбар эсвэл дэд салбарын эрчим хүчний зарцуулалтын түвшний өөрчлөлт  1-р тайлбар: Энэ хүчин зүйлийн тоон заалт нь үйл ажиллагааг хэмжихэд ашигласан драйвераас хамаарна.  **3.2**  **эрчим хүчний үр ашгийг илэрхий сайжруулах**  залруулга болон тохируулгагүйгээр *эрчим хүчний үр ашгийг* (3.5) нэмэгдүүлэх (жишээ нь тооцооны үр дүнд бий болсон нийт үнэ)  **3.3**  **суурь жил**  тооцоонд ашиглах жишиг жил  1-р тайлбар: Энэ ихэвчлэн тооцоолох эхний жил байдаг.  2-р тайлбар: Суурь жил нь санхүүгийн эсвэл календарийн жил байдаг. Бүх өгөгдөл нь календари эсвэл санхүүгийн жилийн аль нь ч ижил тодорхойлолттой байна.  **3.4 ажиллах горимын хүчин зүйл**  эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтөд үзүүлэх нөлөөллийг харуулсан хүчин зүйл эсвэл хэрэглэгчийн онцлог чанар дах өөрчлөлтийн эрчим хүчний заалт  ЖИШЭЭ Халаалт эсвэл агаараар хөргөх тоног төхөөрөмжийг их эсвэл бага хэрэглэснээр дулааны ая тухтай байдлын түвшнийг өөрчлөх.  **3.5**  **эрчим хүчний үр ашиг**  үзүүлэлт, үйлчилгээ, бараа, бүтээгдэхүүн эсвэл эрчим хүчний бүтээгдэхүүн болон эрчим хүчний зардал хоорондын харьцаа буюу бусад тоон харилцан хамаарал  [ЭХ ҮҮСВЭР: ISO/IEC 13273-1:2015, 3.4.1, өөрчлөгдсөн — Тэмдгийг устгаж, "эд хэрэгсэл" гэсэн үг нэмсэн]  **3.6**  **эрчим хүчний үр ашгийг сайжруулах**  технологи, ажиллах горим болон/эсвэл эдийн засгийн өөрчлөлтийн үр дүнд эрчим хүчний үр ашгийг (3.5) сайжруулах  [ЭХ ҮҮСВЭР: ISO/IEC 13273-1:2015, 3.4.3, өөрчлөгдсөн — "технологи, ажиллах горим болон/эсвэл эдийн засгийн өөрчлөлтүүд"-ийн оронд "технологи, загвар, ажиллах горим эсвэл эдийн засгийн өөрчлөлтүүд"-ийг орлуулсан.  **3.7**  **эрчим хүчний үр ашгийн индекс**  суурь жилтэй (3.3) харьцуулахад эрчим хүчний үр ашгийн өсөлтийг (3.5) хэмждэг индекс  ЖИШЭЭ суурь жил 100.  **3.8**  **эрчим хүчний эрчимжилт**  эдийн засгийн бүтээгдэхүүний нэгжид ногдох нийт эрчим хүчний зарцуулалтыг тодорхойлох хуваасан утга  1-р тайлбар: Эдийн засгийн үр дүнг тогтмол үнэ тарифаар хэмждэг.  2-р тайлбар: Эрчимжилт нь эрчим хүчийг валютаар ​​илэрхийлсэн нэг нэгж үйл ажиллагааг үйлдвэрлэхэд шаардагдах эрчим хүчний хэмжээ (ДНБ эсвэл нэмүү өртөг) гэж тайлбарладаг.  3-р тайлбар: Эрчимжилтийг салбарын түвшинд (жишээ нь аж үйлдвэр, орон сууц, үйлчилгээ) мөн ашиглаж болно. Энэ тохиолдолд үүнийг гол төлөв "салбарын эрчим хүчний эрчимжилт" гэж нэрлэдэг.  4-р тайлбар: "Эрчим хүчний эрчимжилт" гэсэн нэр томьёог заримдаа тодорхой эрчим хүчний зарцуулалт (3.17)-той ижил утгаар ашигладаг боловч энэ баримт бичигт тэгэж ашиглаагүй.  [ЭХ СУРВАЛЖ: ISO/IEC 13273-1:2015, 3.1.14, өөрчлөгдсөн — 1, 2, 3 болон 4-р тайлбарыг нэмж жишээг устгасан.]  **3.9**  **эрчим хүчний хэмнэлт**  үйлчилгээний ижил түвшний эрчим хүчний суурь түвшинтэй харьцуулахад багассан байх эрчим хүчний зарцуулалт  1-р тайлбар: Эрчим хүчний хэмнэлт нь эрчим хүчний зарцуулалтыг багасгахад хялбар байдаг. Харгалзах боломжгүй зарим гадны хүчин зүйлсийн улмаас зарцуулалт буурах биш харин нэмэгдэж болно: энэхүү үзэгдлийг "эрчим хүчний хэмнэлт сөрөг" гэж нэрлэдэг.  **3.10**  **эрчим хүчний хэрэглээ**  эрчим хүчнийг хэрэглэх  ЖИШЭЭ Агааржуулалт, гэрэлтүүлэг, халаалт, хөргөлт, тээвэр, өгөгдөл хадгалалт, үйлдвэрлэлийн үйл явц.  1-р тайлбар: Эрчим хүчний хэрэглээг заримдаа “эрчим хүчний эцсийн хэрэглээ” гэж нэрлэдэг.  **3.11**  **эрчим хүч хэрэглэдэг систем**  системийн тодорхойлсон зааг бүхий, эрчим хүч хэрэглэдэг бодит объектууд  ЖИШЭЭ Үйлдвэр, үйл явц, барилга байгууламж, machines, тоног төхөөрөмж, бүтээгдэхүүн.  [ЭХ СУРВАЛЖ: ISO 50047:2016, 3.1, өөрчлөгдсөн— Жишээ солигдсон.]  **3.12**  **тайлбар хүчин зүйл**  заалт эсвэл эрчим хүчний зарцуулалтын заалтыг тайлбарлах хүчин зүйл  1-р тайлбар: Энэ нь бусад стандартад "эрчим хүчний гүйцэтгэлд нөлөөлдөг болон тогтмол өөрчлөгддөг тоон хүчин зүйл" гэж тодорхойлсон "холбогдох хувьсагч" (жишээ нь ISO 50006: 2014, 3.14) гэсэн ойлголтоос ялгаатай. "Холбогдох хувьсагч" нь эрчим хүч хэрэглэдэг системийн (3.11) гүйцэтгэлтэй илүү хамааралтай бол "тайлбар хүчин зүйл" нь тухайн салбар болон салбарын зарцуулалт болон гүйцэтгэлийн аль алиныг нь хэлнэ. “Холбогдох хувьсагч" нь илүү бичил/микро ойлголт, харин "тайлбарлах хүчин зүйл" нь том хэмжээний/макро ойлголт юм.  **3.13**  **эцсийн эрчим хүч**  эрчим хүч хэрэглэдэг системийн ([3.11](#_bookmark8)) түгээсэн эрчим хүч  1-р тайлбар: Энэ ойлголтыг заримдаа “түгээсэн эрчим хүч” гэж нэрлэдэг.  [ЭХ СУРВАЛЖ: ISO/IEC 13273-1:2015, 3.1.11, өөрчлөгдсөн — 2-р тайлбарыг устгасан.]  **3.14**  **түлш орлуулах хүчин зүйл**  эрчим хүчний заалтын өөрчлөлтөд эцсийн хэрэглээний үр ашигтай эрчим хүчний том өөрчлөлтөд төрлүүдийн хоорондын түлш орлуулах нөлөө үзүүлдэг хүчийн зүйл  **3.15**  **заалтэд суурилсан хэмнэлт**  заалтэд суурилсан аргаар ([3.16](#_bookmark9)) тооцоолсон эрчим хүчний хэмнэлт ([3.9](#_bookmark7))  [ЭХ СУРВАЛЖ: ISO 17742:2015, 2.28]  **3.16**  **заалтэд суурилсан арга**  эрчим хүчний хэрэглээний заалтүүдийн тодорхой үеийн өөрчлөлтийг үндэслэн эрчим хүчний хэмнэлтийг (3.9) тодорхойлох  [ЭХ СУРВАЛЖ: ISO 17742:2015, 2.27, өөрчлөгдсөн — Жишээг устгасан.]  **3.17**  **нарийвчилсан эрчим хүчний зарцуулалт**  бүтээгдэхүүн эсвэл үйлчилгээний нэгжид ногдох нийт эрчим хүчний зарцуулалтыг тодорхойлох харьцаа  ЖИШЭЭ Гангийн нэг тонн тутам дах ГигаЖоуль (ГЖ), нэг метрт квадрат (м2) киловатт-цаг (кВт.цаг), 100 километрт (км) литр түлш.  [ЭХ СУРВАЛЖ: ISO/IEC 13273-1:2015, 3.1.15]  **3.18**  **бүтцийн нөлөө**  **бүтцэд хамаарах нөлөө**  эдийн засгийн бүтцийн өөрчлөлтөөс шалтгаалан эрчим хүчний зарцуулалт эсвэл эрчим хүчний эрчмимжилтийн (3.8) өөрчлөлтийг хэмжих  1-р тайлбар: Бүтцийн нөлөөлөл нь янз бүрийн үйл ажиллагааны эзлэх хувь дахь аливаа өөрчлөлтийг ерөнхийд нь хэлж болно  2-р тайлбар: "Далд бүтцийн нөлөө" гэж өгөгдөл дутмаг учраас тоон үзүүлэлтээр илэрхийлэх боломжгүй бүтцийн нөлөөллийг хэлнэ.  **4 Хүчин зүйлүүдийг тооцоолох**  **4.1 Ерөнхий зүйл**  **4.1.1 Баримт бичигт тусгасан аргуудын тойм**  Энэ заалт нь эрчим хүчний эрчимжилт болон эрчим хүчний үр ашгийн хандлагыг үнэлэх, эрчим хүчний зарцуулалтын ялгааг шинжлэх аргын талаар 5, 6, 7-р зүйлд танилцуулсан. Энэ нь эдгээр тооцоонд тусгах шаардлагатай (эрчим хүчний эрчим хүч, эрчим хүчний хэрэглээний хувьд) эсвэл эрчим хүчний үр ашгийг сайжруулахын тулд хассан олон төрлийн тайлбар хүчин зүйлүүд болон тэдгээрийг тооцоолох олон төрлийн аргууд гэх мэт ерөнхий асуудлуудыг тодорхойлсон.  Энэ зүйлд энэ баримт бичигт ямар төрлийн тайлбар хүчин зүйлсийг тусгасан болохыг тодотгосон.  Нэг эсвэл хэд хэдэн календарын жилээр өгөгдсөн хугацааны үед эрчим хүчний эрчимжилтийн өөрчлөлт эсвэл эрчим хүчний хэрэглээ, эрчим хүчний үр ашгийн ерөнхий чиглэлийг тайлбар хүчин зүйлсийг тооцдог. Эдгээр аргууд нь статистик өгөгдлийг ашигладаг бөгөөд ихэвчлэн сүүлийн жилүүдэд эрчим хүчний хэмнэлт болон эрчим хүчний үр ашгийг сайжруулах зэрэг тайлбар хүчин зүйлсийг тооцоолоход ашигладаг. Гэсэн хэдий ч эрчим хүчний хувилбарын таамаглал гэх мэт харьцуулж болохуйц өгөгдлийн багц байгаа бол эдгээр аргыг дараагийн жилүүдэд хэрэглэж болно.  Энэ баримт бичиг нь эрчим хүчний үр ашгийн статистик заалтад үндэслэн ISO 17742 болон ISO 17743 стандартад заасан эрчим хүчний хэмнэлтийг тооцоолох "top-down" гэж нэрлэдэг аргыг хэлнэ. Эхний болон гурав дахь аргууд нь эрчим хүчний эрчимжилтийн заалт болон эрчим хүчний зарцуулалтад ажиглагдсан ерөнхий чиглэлийг анализ хийж, эдгээр ерөнхий чиглэлийн цаана байгаа зарим тайлбар хүчин зүйлийг тодорхойлох замаар анализ хийдэг.  Хоёрдахь арга (6-р дэд зүйлийг харна уу) нь эрчим хүчний үр ашгаас бусад хүчин зүйлүүдэд боломжийн хэмжээгээр тохируулсан эрчим хүчний үр ашгийн индексийг санал болгодог.  **4.1.2 Тооцооллын зорилго**  Энэхүү баримт бичгийн гол зорилго нь эрчим хүчний хэмнэлтийн зорилтууд, эрчим хүчний эрчимжилт, эрчим хүчний зарцуулалт эсвэл эрчим хүчний үр ашгийг сайжруулах хяналт тавихад туслах юм. Ерөнхийдөө энэ баримт бичиг нь эрчим хүчний эрчимжилт болон эрчим хүчний зарцуулалтад ажиглагдсан өөрчлөлтийг ойлгоход тусална. Энэхүү баримт бичигт үзүүлсэн дүн шинжилгээ үр ашигтай байх нь чухал бөгөөд эдгээр дүн шинжилгээний зорилтуудыг дүн шинжилгээ хийх бодлогын асуудлуудтай уялдуулахын тулд сайтар тодорхойлсон байх ёстой. Аналитик объектын буруу тодорхойлолт нь энэхүү баримт бичигт танилцуулсан аналитик хүрээний ашиг тусыг алдагдуулж болзошгүй юм. Жишээлбэл 4.2.4-ийг харна уу.  Эрчим хүчний эрчимжилтийг бууруулах зорилт нь тодорхойлох болон хянахад хялбар тул эрчим хүчний хэмнэлтийн бодлоготой холбоотой хамгийн түгээмэл зорилт байсаар ирсэн. Бүтцийн нөлөөллийг хуваах нь зорилтот хүрэх зай болон зорилгодоо хүрэхгүй байгаа шалтгааныг ойлгоход тусална. Гэсэн хэдий ч эрчим хүчний хэмнэлтийн зорилтын хамрах хүрээ нь одоо илүү өргөн болж, эрчим хүчний хэмнэлт, эрчим хүчний зарцуулалт болон эрчим хүчний үр ашгийг сайжруулах зорилтуудыг багтаасан болно.  Хэрэв анхдагч болон эцсийн эрчим хүчний нийт зарцуулалтын зорилтуудыг тодорхойлсон бол эрчим хүчний зарцуулалтын ажиглагдаж буй өөрчлөлтөд нөлөөлж байгаа хүчин зүйлсийг тодорхойлох нь зорилтоос хазайсан тохиолдолд ашигтай байдаг.  ЖИШЭЭ ЕХ-ны Эрчим хүчний хэмнэлтийн удирдамжийн 24 дүгээр зүйлийн XIV хавсралтад “Эрчим хүчний зарцуулалт тогтвортой эсвэл нэмэгдэж байгаа салбарт гишүүн улсууд үүний шалтга  аныг шинжилж, үнэлгээгээ хавсаргана” гэж заасан.  Энэ баримт бичигт санал болгож буй аргачлалыг тайлангийн шаардлагыг хэрэгжүүлэхэд ашиглаж болдог. Ерөнхийдөө энэ нь эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтөд эрчим хүчний хэмнэлтийн хувь нэмрийг үнэлэх боломжийг олгодог.  Энэ баримт бичигт санал болгож буй аргачлалыг тайлангийн шаардлагыг хэрэгжүүлэхэд ашиглаж болдог. Эрчим хүчний үр ашгийн индексүүд нь иимэрхүү төрлийн зорилтуудыг боловсруулах, хянахад тусалдаг. Ерөнхийдөө тайланд эрчим хүчний үр ашгийн сайжруулах чухал зүйлийг тодорхойлсон.  **4.1.3 Тайлбар хүчин зүйлийн төрлүүдийг тооцоолох**  **4.1.3.1 Ерөнхий зүйл**  Эрчим хүчний үр ашгийн ерөнхий чиглэлийг үнэлэхийн тулд бүтцийн нөлөөллийн үр нөлөөг тооцоолох эсвэл арилгахад чиглэсэн нийтлэг гурван арга байдаг.  **4.1.3.2 Эрчим хүчний эрчимжилт**  Эрчим хүчний эрчимжилтийн ерөнхий чиглэлд эдийн засгийн үйл ажиллагааны (жишээ нь үйлчилгээний салбарын ДНБ-д эзлэх хувь, эсвэл аж үйлдвэрийн эрчим хүч их зарцуулдаг салбаруудын өсөлт) бүтцийн өөрчлөлт болон бусад хүчин зүйлс нөлөөлдөг. Бусад хүчин зүйлүүдэд эрчим хүчний үр ашгийг сайжруулах зэрэг олон хүчин зүйл, түүнчлэн бусад нөлөөллүүд (тээвэрийн горимын өөрчлөлт, үйлдвэрлэлийн бүтээгдэхүүн/үйл явцын хослол, өрхийн тоног төхөөрөмжийн өмчлөлийн өөрчлөлт, уур амьсгалын өөрчлөлт) орно.  Эрчим хүчний эрчимжилт болон бүтцийн нөлөөллийн хамаарлыг 2-р зурагд үзүүлэв. 2-р түлхүүр үг нь үндсэн жилийн эрчим хүчний эрчимжилтийг илэрхийлнэ. Хэрэв бүх зүйл тогтмол байвал эрчим хүчний эрчимжилт нь тооцооллын жил хүртэл тогтмол байх болно (3-р түлхүүр үг). Бодит байдал дээр хоёр нөлөөгөөр эрчим хүчний эрчимжилт нь жишиг он хүртэл (8-р түлхүүр үг) буурсан байна: "бүтцийн нөлөө" гэж нэрлэгддэг эдийн засгийн үйл ажиллагааны бүтцийн өөрчлөлт (5-р түлхүүр үг), "эрчим хүчний эрчимжилтийн үр нөлөө" гэж нэрлэгддэг эрчим хүчний үр ашгийг дээшлүүлэхтэй холбоотой дэд салбаруудын эрчим хүчний эрчимжилтийн өөрчлөлт (6-р зүйл). | **1 Scope**  This document gives guidelines for methods for analysing changes in energy efficiency and energy consumption, and for measuring energy efficiency progress, for countries, regions and cities. It is composed of three different calculation methods:   * evaluation of structure effects in the variation of energy intensity; * calculation of energy efficiency indices; * decomposition analysis of energy consumption variation.   This document is applicable to providing an aggregated statistical evaluation for a country, region or city. It does not apply to calculating changes in the energy consumption or in energy efficiency at the individual consumer’s level (e.g. households, organizations, companies).  **2 Normative references**  There are no normative references in this document.  **3 Terms and definitions**  For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.  ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:   * ISO Online browsing platform: available at [https://www.iso.org/obp](https://www.iso.org/obp/ui)   - IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>  **3.1**  **activity factor**  variation in the energy consumption levels of a sector or subsector due to the variation of the activity of the sector for a given period  Note 1 to entry: The quantification of this factor depends on the driver used to measure the activity.  **3.2**  **apparent energy efficiency improvement**  increase in *energy efficiency* ([3.5](#_bookmark5)) without correction or adjustment (i.e. gross value resulting from a calculation)  **3.3**  **base year**  reference year in the calculation  Note 1 to entry: It is usually the first year of calculation.  Note 2 to entry: The year can be calendar or fiscal. All data should have the same definition of year, whether calendar or fiscal.  **3.4 behavioural factor**  factor that shows the impact on the variation of energy consumption or on an energy indicator of changes in the behaviour of consumers  EXAMPLE Change in the level of thermal comfort with a higher or lower use of heating or air cooling equipment.  **3.5**  **energy efficiency**  ratio or other quantitative relationship between an output of performance, service, goods, commodities or energy and an input of energy  [SOURCE: ISO/IEC 13273-1:2015, 3.4.1, modified — The symbol has been deleted and “commodities” has been added.]  **3.6**  **energy efficiency improvement**  increase in energy efficiency ([3.5](#_bookmark5)) as a result of technological, behavioural and/or economic changes  [SOURCE: ISO/IEC 13273-1:2015, 3.4.3, modified — “technological, behavioural and/or economic changes” has replaced “technological, design, behavioural or economic changes”.]  **3.7**  **energy efficiency index**  index measuring the increase in energy efficiency ([3.5](#_bookmark5)) compared to a base year ([3.3](#_bookmark4))  EXAMPLE 100 for base year.  **3.8**  **energy intensity**  quotient describing the total energy consumption per unit of economic output  Note 1 to entry: The economic output should be measured at a constant price.  Note 2 to entry: The intensity can be interpreted as the amount of energy required to produce one unit of activity expressed in monetary terms (GDP or value added).  Note 3 to entry: The intensity can also be used at sector level (e.g. industry, residential, services). In that case, it is often referred to as “sectoral energy intensity”.  Note 4 to entry: The term “energy intensity” is sometimes used with the same meaning as specific energy consumption ([3.17](#_bookmark10)), but this is not the case in this document.  [SOURCE: ISO/IEC 13273-1:2015, 3.1.14, modified — The example has been deleted and Notes 1, 2, 3 and 4 to entry have been added.]  **3.9**  **energy savings**  reduction of energy consumption compared to an energy baseline at same level of service  Note 1 to entry: Energy savings are positive when they reduce consumption. Due to some external factors that cannot be accounted for, consumption can increase instead of decrease: this phenomenon is referred to as “negative energy savings”.  **3.10**  **energy use**  application of energy  EXAMPLE Ventilation; lighting; heating; cooling; transportation; data storage; production process.  Note 1 to entry: Energy use is sometimes referred to as “energy end-use”.  [SOURCE: ISO 50001:2018, 3.5.4]  **3.11**  **energy using system**  physical items with defined system boundaries, using energy  EXAMPLE Plant, process, building, machines, equipment, product.  [SOURCE: ISO 50047:2016, 3.1, modified — The example has been replaced.]  **3.12**  **explanatory factor**  factor explaining the variation in an indicator or in the energy consumption  Note 1 to entry: It is different from the concept of “relevant variable” as defined in other standards as a “quantifiable factor that impacts energy performance and routinely changes” (e.g. ISO 50006:2014, 3.14). “Relevant variable” is more related to the performance of an energy using system ([3.11](#_bookmark8)), whereas “explanatory factor” relates to a sector and to both its consumption and performance. “Relevant variable” is more a micro concept, whereas “explanatory factor” is a macro concept.  **3.13**  **final energy**  energy as delivered to an energy using system ([3.11](#_bookmark8))  Note 1 to entry: This concept is sometimes referred to as “delivered energy”.  [SOURCE: ISO/IEC 13273-1:2015, 3.1.11, modified — Note 2 to entry has been deleted.]  **3.14**  **fuel substitution factor**  factor that shows the impact of fuel substitutions between types of energy with very different end-use efficiency on the variation of an energy indicator  **3.15**  **indicator-based savings**  energy savings ([3.9](#_bookmark7)) calculated by indicator-based methods ([3.16](#_bookmark9)) [SOURCE: ISO 17742:2015, 2.28]  **3.16**  **indicator-based method**  determination of energy savings ([3.9](#_bookmark7)) from the variation of energy consumption indicators over a period  [SOURCE: ISO 17742:2015, 2.27, modified — The example has been deleted.]  **3.17**  **specific energy consumption**  quotient describing the total energy consumption per unit of output or service  EXAMPLE Gigajoule (GJ) per ton of steel, annual kilowatt-hour (kWh) per square meter (m2), litres of fuel per 100 kilometre (km).  [SOURCE: ISO/IEC 13273-1:2015, 3.1.15]  **3.18**  **structure effect**  **structural effect**  measure of the variation in energy consumption or in energy intensity ([3.8](#_bookmark6)) due to a variation in economic structures  Note 1 to entry: Structure effects may refer more generally to any changes in the share of different activities (e.g. industrial branches in total value added of industry, transport modes in total traffic).  Note 2 to entry: “Hidden structure effect” refers to structure effects that exist but cannot be quantified due to a lack of data.  **4 Factors to be calculated**  **4.1 General**  **4.1.1 Overview of methods included in the document**  This clause is an introduction to [Clauses 5](#_bookmark23), [6](#_bookmark46) and [7](#_bookmark71) on methods to assess energy intensity and energy efficiency trends and to analyse the energy consumption variation. It describes common issues, such as the different explanatory factors that need to be considered in these assessments (case of energy intensity and energy consumption) or excluded to measure energy efficiency improvements and the various ways to calculate them. This clause clarifies what kind of explanatory factors are covered in this document.  Explanatory factors of changes in energy intensity or in energy consumption and energy efficiency trends are calculated for a given period of time, normally one or more calendar years. The methods make use of statistical data and are normally applied to calculate explanatory factors, such as energy savings or energy efficiency improvements made during the past years. However, if a comparable set of data is available such as projections, e.g. from an energy scenario outlook, the methods can be applied for future years.  This document refers to the so-called “top-down” method of calculating energy savings as reported in ISO 17742 and ISO 17743, based on statistical energy efficiency indicators. The first and third methods analyse observed trends in energy intensity indicators (see [Clause 5](#_bookmark23)) and in energy consumption (see [Clause 7](#_bookmark71)) through the identification of some of the explanatory factors behind these trends. The second method (see [Clause 6](#_bookmark46)) proposes an energy efficiency index that is as far as possible corrected for factors that are not linked to energy efficiency.  **4.1.2 Objectives of calculations**  The main objective of this document is to help monitor energy efficiency targets, on energy intensity, on energy consumption or on energy efficiency improvements. More generally, this document can help to understand variations observed in energy intensity and energy consumption. It is critical for the analysis presented in this document to be useful that these objects of the analysis be carefully specified to align with the policy questions the analysis will inform. Mis-specifying the analytic objects can undermine the usefulness of the analytic framework presented in this document. For examples, see [4.2.4](#_bookmark20).  The target on energy intensity reduction used to be the most popular target linked to energy efficiency policy[[9](#_bookmark159)], as it is simple to define and to monitor. Separating structure effects can help in understanding the distance to the target and why targets are not reached. However, the scope of energy efficiency target is now broader and includes targets on energy savings, energy consumption and energy efficiency progress.  If targets on total primary or final energy consumption have been formulated, understanding the factors behind the observed variation in the energy consumption is useful each time there is a deviation as compared to the target.  EXAMPLE Annex XIV of Article 24 of the EU Energy Efficiency Directive requires that “in sectors where energy consumption remains stable or is growing, Member States shall analyse the reasons for it and attach their appraisal”.  The methodology proposed in this document can be used to fulfil such a reporting requirement. More generally, it allows evaluating the contribution of energy savings in the variation of energy consumption.  Policymakers often formulate targets for energy efficiency improvements but lack instruments to measure them. Energy efficiency indices help in formulating and monitoring such targets. In general, the provide a quantitative assessment of the magnitude of energy efficiency improvements.  **4.1.3 Types of explanatory factors to be calculated**  **4.1.3.1 General**  The three methods have in common to either quantify the effect of structure effects or to remove them as far as possible to assess energy efficiency trends.  **4.1.3.2 Energy intensity**  Energy intensity trends are influenced by changes in the structure of economic activities (e.g. increase in the share of the service sector in the GDP or of energy intensive branches in industry), as well as by other factors. These other factors include many influences, such as energy efficiency improvements, but also other effects (e.g. modal shift in transport, change in the mix of product/process in industry, changes in ownership of household equipment, climatic changes).  The relationship between energy intensity trends and structure effects is shown in [Figure 2](#_bookmark14). Key 2 represents energy intensity in the base year. If everything is kept constant, the energy intensity will be constant up to the calculation year (Key 3). In reality, the energy intensity has decreased up to the calculation year (Key 8) because of two effects: changes in the structure of economic activities, called the “structure effect” (Key 5), and changes in the energy intensity of subsectors, mainly linked to energy efficiency improvements, called the “energy intensity effect” (Key 6). |



Түлхүүр үг

|  |  |
| --- | --- |
| X | жил |
| Y | эрчим хүчний эрчимжилт |
| 1 | эрчим хүчний эрчимжилтийн нэгж (тогтмол үнэ MJ/$) |
| 2 | суурь жил |
| 3 | тооцоолох жил |
| 4 | суурь жилийн эрчим хүчний эрчимжилт |
| 5 | ажиглагдсан эрчим хүчний эрчимжилтийн бүтцийн нөлөө |
| 6 | эрчим хүчний эрчимжилтийн нөлөө |
| 7 | эрчим хүчний эрчимжилтийн ажиглагдсан өөрчлөлт |
| 8 | тооцоолсон жил дэх эрчим хүчний эрчимжилтийн ажиглагдсан утга |

**2-р зураг — Эрчим хүчний эрчимжилт болон бүтцийн нөлөөллийн чиг хандлага**

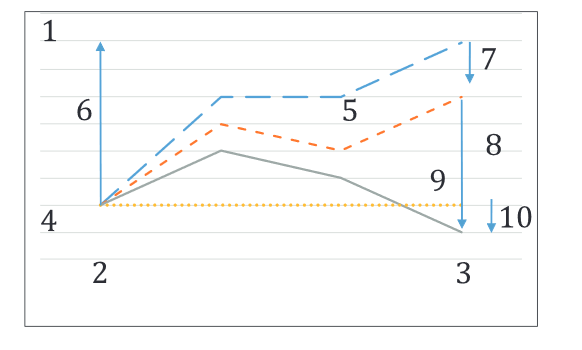


Key

|  |  |
| --- | --- |
| X | year |
| Y | energy intensity |
| 1 | unit of the energy intensity (e.g. MJ/$ at constant price) |
| 2 | base year |
| 3 | calculation year |
| 4 | energy intensity at base year |
| 5 | structure effect of the observed energy intensity |
| 6 | energy intensity effect |
| 7 | observed change in energy intensity |
| 8 | observed value of energy intensity at calculation year |

**Figure 2 — Trend****s in energy intensity and structure effect**

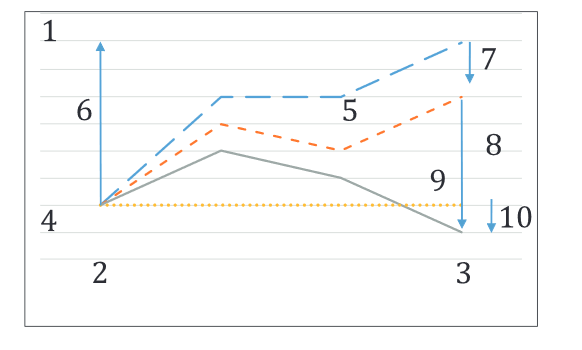
|  |  |
| --- | --- |
| **4.1.3.3 Эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлт**  Эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлт нь гурван үндсэн хүчин зүйлийн нөлөөгөөр үүсдэг: үйл ажиллагаа, бүтцийн нөлөө болон эрчим хүчний хэмнэлт, болон бусад нөлөөлөл багатай хүчин зүйлүүд.  Үйл ажиллагааны хүчин зүйл нь нийгэм-эдийн засгийн үйл ажиллагааны өөрчлөлтөд (жишээ нь өрхийн тоо, аж үйлдвэрийн салбарын бүтээгдэхүүн, тоног төхөөрөмж эзэмшигч, бүтээгдэхүүн болон зорчигчын хөдөлгөөн) эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлт үзүүлэх нөлөөлөлтэй тохирч байна.  Бүтцийн нөлөөллийн хүчин зүйл нь макро түвшний (жишээ нь ДНБ-ий бүтэц) эдийн засгийн үйл ажиллагааны бүтцэд гарсан өөрчлөлт, түүнчлэн эрчим хүч их шаарддаг төрөл бүрийн үйл ажиллагааны (жишээ нь эрчим хүч ихтэй үйлдвэрүүдийн эзлэх хувь, үйлчилгээний салбарын эзлэх хувь, нийт ачаа тээврийн хэмжээнд авто замын тээврийн эзлэх хувь, зорчигч тээврийн нийт тээвэрт нийтийн тээврийн эзлэх хувь) эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтөд үзүүлэх нөлөөллийг хэмждэг.  Эрчим хүчний хэмнэлтийн хүчин зүйл нь эцсийн хэрэглээний түвшинд тодорхой зарцуулалтын бууралт нь эрчим хүчний зарцуулалтад үзүүлэх нөлөөг хэмждэг.  Эрчим хүчний зарцуулалтын хандлага болон эдгээр хандлагуудын гурван хүчин зүйлийн хоорондын хамаарлыг 3-р зурагд үзүүлэв. 4-р түлхүүр үг нь үндсэн жилийн эрчим хүчний зарцуулалтыг илэрхийлнэ. Хэрэв бүх зүйл тогтмол байвал эрчим хүчний зарцуулалт тооцооны жил хүртэл тогтмол байх болно (3-р түлхүүр үг). Гэсэн хэдий ч үйл ажиллагааны өөрчлөлт нь эрчим хүчний зарцуулалтыг өөрчлөхөд хүргэнэ (дээд шугам, 5-р түлхүүр үг). 4-өөс 5-р түлхүүр үг үндсэн жилийн зарцуулалтын өсөлт нь үйл ажиллагааны хүчин зүйл (6-р түлхүүр үг) юм.  Бүтцийн нөлөөг 7-р түлхүүр үгэнд харуулав. Гэсэн хэдий ч энэхүү бүтцийн нөлөөлөл нь эрчим хүчний зарцуулалтыг нэмэгдүүлэх боломжтой, жишээлбэл, төхөөрөмжүүдийг илүү их эрчим хүч шаарддаг (энд үзүүлээгүй). Тодорхойлолтоор эрчим хүчний хэмнэлт нь эрчим хүчний зарцуулалтыг бууруулдаг (8-р түлхүүр үг). Гурван хүчин зүйл нийлээд эрчим хүчний хэрэглээний бодит хандлагыг тодорхойлдог. Гурван хүчин зүйл нийлээд эрчим хүчний зарцуулалтын (9-р түлхүүр үг) бодит ерөнхий чиглэлийг тодорхойлдог. Суурь жилтэй (10-р түлхүүр үг) харьцуулахад эрчим хүчний зарцуулалтын өсөлтийг 3-р зурагд харуулав. Гэсэн хэдий ч, жишээлбэл, үйл ажиллагаа бага зэрэг нэмэгдэж, бүтцийн үр нөлөөг бууруулж, эрчим хүчний ихээхэн хэмнэлт (3-р зургийн баруун талыг харна уу) гарсан тохиолдолд эрчим хүчний бодит зарцуулалт буурч болно. | **4.1.3.3 Energy consumption variation**  Variations in energy consumption result from the effects of three main factors: activity, structure effect and energy savings, and possibly of some less important factors.  The activity factor corresponds to the impact of variations in socio-economic activities (e.g. number of households, production of industrial branches, equipment ownership, the traffic of goods and passengers) on the energy consumption variation.  The structure effect factor measures the impact of changes in the composition of economic activities at the macro level (i.e. in GDP structure), but also among various energy consuming activities (e.g. share of energy intensive industries, share of branches in the service sector, share of road transport in total freight transport, share of public transport in total passenger transport) on the energy consumption variation.  The energy savings factor measures the impact of decreases in specific consumption at end-use level on energy consumption.  The relationship between energy consumption trends and these three factors is shown in [Figure 3](#_bookmark15). Key 4 represents energy consumption in the base year. If everything is kept constant, the energy consumption will be constant up to the year of calculation (Key 3). However, changes in activities will lead to a variation of energy consumption (uppermost line, Key 5). The increase in consumption for the calculation year from Key 4 to Key 5 is the activity factor (Key 6).  The structure effect is shown by Key 7. However, this structure effect can also raise energy consumption, e.g. through more intensive use of energy using devices (not shown here). Energy savings by definition lower energy consumption (Key 8). Together the three factors define the actual trend for energy consumption (Key 9). [Figure 3](#_bookmark15) shows an increase in energy consumption compared to the base year (Key 10). The actual energy consumption can, however, also decrease, e.g. in the case of a small increase for activities, a mitigating structure effect and large energy savings (right side of [Figure 3](#_bookmark15)). |



**Түлхүүр үг**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | эрчим хүчний зарцуулалт (нэгж) | 6 | бодит хүчин зүйл |
| 2 | суурь жил | 7 | цогц нөлөөлөл |
| 3 | тооцооллын жил | 8 | нийт хэмнэлт |
| 4 | эрчим хүчний зарцуулалтын суурь жил | 9 | бодит эрчим хүчний зарцуулалт |
| 5 | нийгэм эдийн засгийн үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй эрчим хүчний ерөнхий чиглэл | 10 | эрчим хүчний зарцуулалтын ажиглагдсан өөрчлөлт |

**3-р зураг – Эрчим хүчний зарцуулалт болон тайлбарласан хүчин зүйлийн хандлага**



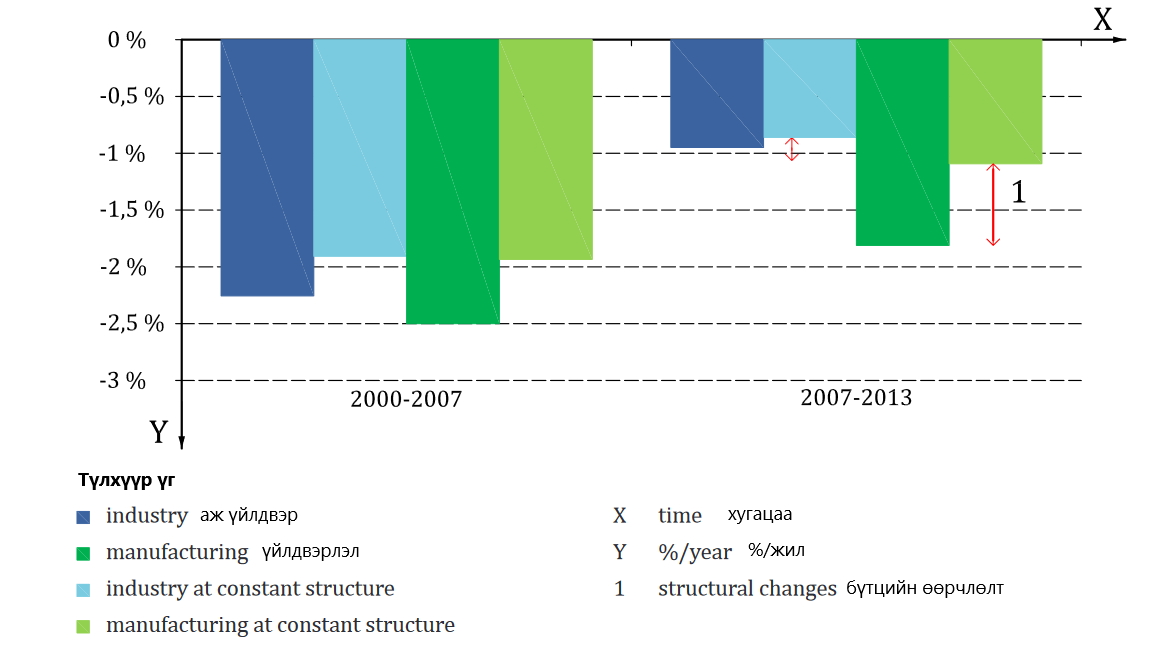
**Key**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | energy consumption (unit) | 6 | activity factor |
| 2 | base year | 7 | structure effect |
| 3 | calculation year | 8 | total savings |
| 4 | energy consumption base year | 9 | actual energy consumption |
| 5 | energy trend due to socio-economic activities | 10 | observed change in energy consumption |

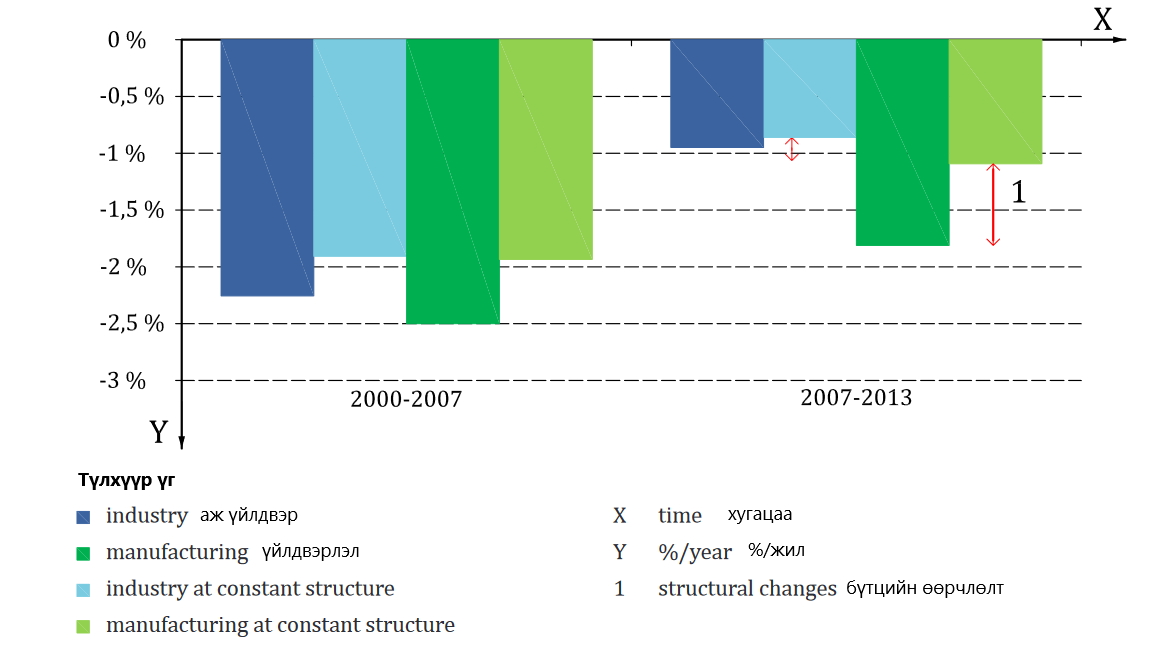
**Figure 3 — Tr****ends for energy consumption and explanatory factors**

|  |  |
| --- | --- |
| **4.1.3.4 Эрчим хүчний үр ашгийн илтгүүрүүд**  Эрчим хүчний үр ашгийн илтгүүр нь эрчим хүчний үр ашгийн өөрчлөлтийг хэмжсэн илтгэлцүүр юм. Холбогдохын тулд эдгээр заалтуудыг бүтцийн нөлөөлөл гэх мэт эрчим хүчний үр ашгийг дээшлүүлэхтэй холбоогүй хүчин зүйлс, түүнчлэн бусад хүчин зүйлсийн (жишээ нь өрхөд зориулсан тоног төхөөрөмж эзэмшигч, ашиглалт, төрлийг өөрчлөх) хувьд аль болох тохируулах хэрэгтэй. Энэ нь бүтцийн хамгийн чухал нөлөөллийг арилгахын тулд эдгээр индексүүдийг аль болох задалсан түвшинд тооцоолно.  **4.2 Арга болон хэрэглээний заалт**  **4.2.1 Заалтууд**  Энэхүү баримт бичигт үзүүлсэн аргууд нь хөдөлгүүрийн эрчим хүчний зарцуулалттай холбоотой эрчим хүчний үр ашгийн заалтүүд дээр суурилдаг бөгөөд энэ нь тооцсон эрчим хүчний зарцуулалтад нөлөөлөх хэмжигдэхүүн юм. Заалт утгын өөрчлөлтийг нийт эрчим хүчний хэмнэлт эсвэл эрчим хүчний үр ашгийн (5-р дэд зүйл болон B хавсралтын жишээг харна уу) өөрчлөлтийг тооцоолоход ашигладаг.  Нийт түвшинд эрчим хүчний үр ашгийг үнэлэх шалгуур заалт нь эрчим хүчний зарцуулалтыг (гЖ,   тонн газрын тосны эквивалентгэх мэт) ДНБ-тэй холбодог эрчим хүчний эрчимжилт юм.  Эрчим хүчний нийт эрчмимжилтийн (жишээ нь GJ/monetary) өөрчлөлт нь ДНБ-ий чиг хандлагаас хазайж болзошгүй салбар болон дэд салбарын хөгжилд нөлөөлж байгаа тул эрчим хүчний үр ашгийг дээшлүүлэх, эрчим хүч хэмнэх найдвартай тооцоог гаргаж чадахгүй. Тиймээс заалтыг орон сууцны халаалт гэх мэт дэд салбарууд эсвэл бүр эрчим хүчний хэрэглээний түвшинд хэрэглэх ёстой.  Нэгтгэлийн доод түвшний заалтүүд нь эрчим хүчний зарцуулалтыг энэ хэрэглээний өөрчлөлтийг хариуцдаг заалт хүчин зүйлтэй холбодог. Заалтид суурилсан аргуудын хувьд эрчим хүчний хэмнэлтийн чиг хандлагыг эсвэл эрчим хүчний үр ашгийг тооцохдоо заалтийн үнийн өөрчлөлтөөс тооцдог бөгөөд үүнийг суурь жилийн (ISO 17742-ыг харна уу) үнэтэй харьцуулан тодорхойлдог.  ЖИШЭЭ Хэрэв тухайн улсад өрхүүдийн хөргөгчний жилийн дундаж зарцуулалт 2000-2015 оны хооронд 500 кВт.ц-аас 400 кВт.цаг болж, өөрөөр хэлбэл 20%-иар буурсан бол 2000-2015 он хүртэлх хугацаанд тухайн улсын хөргөгчний эрчим хүчний хэмнэлт 20%-иар (400/500 – 1 × 100) өсөж нэмэгдсэн гэж үзнэ. 2015 онд хөргөгчний тоо 1,5 сая бол хэмнэлттэй эрчим хүчний хэмжээ 1,5 × 106 × 100 кВт цаг буюу 150 ГВт цагтай тэнцүү байна.  Үндэсний эрчим хүчний зарцуулалтыг эрчим хүчний үр ашгийн утга учиртай үзүүлэлтүүдийг тодорхойлж болох түвшинд хуваах энэ аргыг "буурах" гэж нэрлэдэг. Онцлох хэрэглээ бол ЕХ-ны Одиссей мэдээллийн сан[7], IEA үзүүлэлтүүд[8][18] эсвэл бусад төсөл болон өгөгдлийн сангаас (жишээ WEC[9], Латин Америк болон Карибын тэнгисийн орнуудад BIEE[10], Газар дундын тэнгисийн орнуудад зориулсан Меденер[11] эсвэл АПЕК-ийн эдийн засагт APERC[18]) авсан үзүүлэлтүүд юм.  ISO 17742 стандартад тайлбарласнаар үзүүлэлтийн үнэ цэнийн өөрчлөлт нь бодлого, технологийн ерөнхий чиглэл, эрчим хүчний өндөр үнэ болон бусад хүчин зүйлээс шалтгаалж болно. Тиймээс тооцоолсон хэмнэлт буюу эрчим хүчний үр ашгийг сайжруулснаар нийт хэмнэлт эсвэл нийт эрчим хүчний үр ашгийг сайжруулахтай хамаатай.  Эрчим хүчний үр ашгийн заалтууд нь ихэвчлэн аж үйлдвэрийн дэд салбаруудын эрчим хүчний зарцуулалт, үйлдвэрлэл, эсвэл тээврийн хэрэгслийн нийт түлшний зарцуулалт, түүнчлэн жолоодох зай зэрэг ангилсан түвшинд хэмжсэн статистик өгөгдөлд суурилдаг.  **4.2.2 Ашигласан өгөгдлийн төрлүүд**  Дараах өгөгдлийн төрлүүдийг ашиглана:   * статистик өгөгдөл; * судалгаанууд эсвэл загварчлалын дэлгэрэнгүй мэдээлэл.   Статистик өгөгдөлд салбарын эрчим хүчний эцсийн зарцуулалт, мөн макро эдийн засгийн болон салбарын мэдээллүүд болох ДНБ, айл өрхийн тоо, үйлчилгээний ажил эрхлэлт, аж үйлдвэрийн салбарын (нэмүү өртөг эсвэл бодит үйлдвэрлэл) үйлдвэрлэл зэрэг орно. Газарзүйн байршлаас (улс орон, бүс нутаг эсвэл хот) хамааран бүх нэгтгэсэн статистик өгөгдөл байдаггүй: тэдгээр нь улс орны түвшинд байдаг боловч бүс нутгийн болон хамгийн чухал нь хотын түвшинд макро эдийн засаг эсвэл салбарын өгөгдөл нь ихэвчлэн бэлэн байдаггүй.  Статистикийн өгөгдөлийн нэг төрөлд ногдох орон сууцны тоо, оффисын давхарын тоо зэрэг нийгэм, эдийн засгийн бусад бага нэгтгэсэн тоо баримтууд, автомашинаар явсан км, орон сууцны хэмжээ, ахуйн цахилгаан хэрэгсэл эзэмшдэг гэх мэт томоохон судалгааны үр дүн багтсан болно.  Тогтмол статистик өгөгдөл байдаггүй (жишээ нь м2 талбайг халаах, тээврийн хэрэгслийн 100 км-т зарцуулах түлш литр) тодорхой эцсийн хэрэглээний эрчим хүчний үр ашгийн нэмэлт заалтуудыг тооцоолохын тулд ихэвчлэн нарийвчилсан судалгаа эсвэл загварчлалын өгөгдөл шаардлагатай байдаг.  Үйл ажиллагааны өгөгдлийг эхлээд нийгэм, эдийн засгийн үйл ажиллагааны өөрчлөлтийн нөлөөг тооцоолохдоо хэрэглээний өөрчлөлтийн нэг хүчин зүйл болгон, дараа нь бүтцийн үр нөлөөг тооцоолох, эцэст нь эрчим хүчний эрчимжилт (ДНБ-ий нэг нэгжид ногдох эрчим хүчний зарцуулалт ГЖ/Евро), тодорхой эрчим хүчний зарцуулалт (нэг тонн ган, өрх, машинд ногдох эрчим хүчний зарцуулалт гэх мэт) зэрэг эрчим хүчний үр ашгийн заалтуудыг тодорхойлоход ашигладаг. Эдгээр заалтуудыг эрчим хүчний зарцуулалтын олон төрлийн хүчин зүйл, тухайлбал нийт хэмнэлт болгон задлах, эрчим хүчний үр ашгийн заалтыг тооцоолоход ашигладаг (6-р зүйлийг харна уу).  **4.2.3 Бүтцийн нөлөө**  Эрчим хүчний эрчимжилтийг ерөнхийдөө задаргааны өндөр түвшинд ихэвчлэн салбараар тооцдог. Үүний өөрчлөлтөд үндсэн дэд салбаруудын хоорондын салбарын эдийн засгийн үйл ажиллагааны бүтцэд гарсан өөрчлөлт, эрчим хүчний хэмнэлт зэрэг бусад хүчин зүйлс, түүнчлэн дотоод бүтцийн бүх нөлөөлөл (жишээ нь дэд салбар бүрийн бүтцийн нөлөө) нөлөөлдөг. Жишээ нь химийн үйлдвэрт хүнд болон тусгай химийн бодисуудын хоорондын шилжилт нь ердийн бүтэц доторх нөлөө юм.  Эрчим хүчний үр ашгийн индексийн тооцоолол эсвэл эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийг задралын түвшинд хийх бөгөөд энэ нь бүтцийн зарим нөлөөллийг арилгах болно. Жишээлбэл, айл өрхүүдийг эцсийн хэрэглээгээр (жишээ нь конвекцоор халаах, халуун усны хэрэглээ, ахуйн цахилгаан хэрэгсэл) тооцоолж болох бөгөөд тус бүр өөрийн тоолууртай (жишээ нь орон сууцны тоо, цахилгаан хэрэгслийн тоо) тул бүтцийн нөлөөлөл багатай.  Гэсэн хэдий ч эрчим хүчний зарцуулалтын ерөнхий чиглэл өндөр түвшинд байсан ч хэмнэлтийн тооцоонд нөлөөлж буй бүтцийн бусад нөлөөллийг тооцож болно. Жишээ нь нэг орон сууцны дундаж эрчим хүчний зарцуулалтад орон сууцны төрөл болон ашиглалтын өөрчлөлтөөс гадна орон сууцны халаалтыг төвлөрсөн дулаанаар солих зэрэг нөлөөлнө. Эрчим хүч ихтэй үйлдвэрүүдэд нэг тонн бүтээгдэхүүнд ногдох эрчим хүчний хэрэглээ нь хүчин чадлын ашиглалтын хүчин зүйлээс хамаарч болно. Тээвэрлэлтийн хувьд нэг машинд ногдох зарцуулалтад машины хэмжээ өөрчлөгдөх гэх мэт нөлөөлнө.  Иймд тооцооллыг сайжруулахын тулд эрчим хүчний хэмнэлт эсвэл эрчим хүчний үр ашгийн сайжруулалтыг багасгаж буй хүчин зүйлсийн хувьд задралын доод түвшний үзүүлэлтүүдийг тохируулж болно. Жишээлбэл, орон сууцны халаалтын эрчим хүчний зарцуулалтыг конвекцоор халаахаас төвлөрсөн халаалт руу шилжүүлэхэд тохируулж, нэмэлт эрчим хүчний зарцуулалт, магадгүй сөрөг эрчим хүчний хэмнэлт, эсвэл илэрхий эрчим хүчний үр ашгийг бууруулж болно.  Өгөгдлийн хүртээмж хязгаарлагдмал тул бүтцийн бүх нөлөөг тооцоолох боломжгүй байдаг. Тоогоор тодорхойлох боломжгүй бүтцийн нөлөөллийг ихэвчлэн "далд бүтцийн эффект" гэж нэрлэдэг (ISO 17742-ыг үзнэ үү).  **4.2.4 Эрчим хүчний үр ашиг болон эрчим хүчний хэмнэлтийн тооцооллын заалтийн сонголт**  Заалтуудыг сонгосноор эрчим хүчний хэмнэлт эсвэл эрчим хүчний үр ашигт юу оруулахыг тодорхойлдог. Эрчим хүчний хэмнэлт эсвэл эрчим хүчний үр ашигт ороогүй зүйл нь бусад хүчин зүйлүүдэд (үйл ажиллагаа эсвэл бүтцийн нөлөө) хамаарна.  Жишээ нь автомашины эрчим хүчний үр ашгийн хувьд гурван өөр заалтаас (B.4.2-ыг харна уу) сонголт хийж болно:   * машинд байгаа нэг хүн ноогдох түлшний зарцуулалт; * машины нэг км тутам дах түлшний зарцуулалт; * машинд ноогдох жилийн түлшний зарцуулалт.   Машинд ноогдох хүмүүсийн дундаж тоо нь эхний заалтийн утгад нөлөөлнө. Машиныг нэгтгэх, загварчлах зэрэг ачааллын хүчин зүйлийг нэмэгдүүлэх бодлогын үр нөлөөг энэ эхний заалтыг ашиглан тооцоолсон эрчим хүчний хэмнэлт эсвэл эрчим хүчний үр ашгийг дээшлүүлэхэд тусгасан болно. Хоёр дахь заалт үүнд орохгүй. Гурав дахь заалтад автомашины хэрэглээг (жишээ нь бага км/жил) бууруулснаар хэмнэлт буюу үр ашгийн өсөлт нь үйл ажиллагааны хүчин зүйлд тусгагдахаас илүүтэй эрчим хүчний хэмнэлт эсвэл эрчим хүчний үр ашгийг сайжруулах нэг хэсэг болдог.  Тохиромжтой индексийг сонгохын ач холбогдлыг онцлон тэмдэглэхийн тулд хэрэв дүн шинжилгээ хийх гол зүйл нь автомашины хэрэглээг (жишээ нь унадаг дугуй эсвэл нийтийн тээврийн хэрэгслийн хэрэглээг горимын ээлжээр дамжуулан дэмжих) хязгаарлахад чиглэгдэх юм бол бүх төрлийн тээврийн хэрэгслийн ([C.3.2-ыг харна уу](#_bookmark142) загварыг ашиглан шилжүүлэх) нэг км-т ногдох түлшний хэрэглээ илүү тохиромжтой хэмжигдэхүүн байж болно.  Тайлбар хүчин зүйл эсвэл эрчим хүчний үр ашгийн индексийг тооцоолох зарим өөр үзүүлэлтүүдийг санал болгодог (B болон C хавсралтаас харна уу). Гэсэн хэдий ч хэрэглэгч эрчим хүчний хэмнэлт болон эрчим хүчний үр ашиг гэсэн тодорхойлолтод аль төрлийн үзүүлэлт хамгийн сайн тохирохыг шийдэж, тооцооллын аргыг тохируулах боломжтой. Эдгээр сонголтуудаас хамааран энэ тохиолдолд бүтцийн нөлөөлөл гэж тооцогддог хүчин зүйлүүдэд тохируулга хийх шаардлагатай. Хэрэв бодлогын үр нөлөөг үнэлэхэд анхаарлаа төвлөрүүлж байгаа бол шалгуур үзүүлэлтүүдийн сонголт чухал.  Зарим тохиолдолд өөр үзүүлэлтүүдийг сонгох нь зөвхөн анхаарал төвлөрүүлэх чиглэл, эрчим хүчний хэмнэлтийн илүүд үздэг хүрээнээс гадна мэдээллийн хүртээмжээс хамаарна. Жишээлбэл, сансрын халаалтын талаар тусдаа мэдээлэлгүй улс орнуудын хувьд цахилгаан бус бүх эрчим хүчний хэрэглээ гэх мэт өөр үзүүлэлтийг ашиглаж болно. Альтернатив үзүүлэлтүүдийг ашиглах нь тухайн эцсийн хэрэглээний эрчим хүчний хэмнэлтийг үнэлэхийн тулд улс орон бүр дор хаяж нэг үзүүлэлтийг ашиглах боломжийг олгодогтой холбоотой юм. Тооцоолсон хадгаламжийн үнэн зөвийг хооронд нь солилцох боломжтой. Хавсралт В ба В-д шалгуур үзүүлэлтийг сонгох боломжтой янз бүрийн хувилбаруудыг авч үзнэ.  **4.2.5 Эрчим хүчний зарцуулалтын цаг агаарын залруулга**  Эрчим хүчний эрчмийн хэлбэлзэл, эрчим хүчний үр ашгийн индексийг тооцоолох эсвэл эрчим хүчний хэрэглээний задралыг тайлбарлахын тулд ашигласан үзүүлэлтүүдийг эрчим хүчний хэрэглээнд нөлөөлдөг цаг агаарын нөхцөл байдлын өөрчлөлтөд тохируулна. Өөрөөр хэлбэл, тэдгээрийг цаг уурын өөрчлөлтөөр (мөн "цаг уурын тохируулга" гэж нэрлэдэг) тооцоолох хэрэгтэй. Эдгээр цаг уурын өөрчлөлтөд өртөж буй хэрэглээний халаалтын болон хөргөлтийн хэсэгт залруулга хийх ёстой. Халаалт, хөргөлтөд ихээхэн хэмжээний эрчим хүч хэрэглэдэг салбарууд (жишээлбэл, орон сууц, үйлчилгээний салбарууд) болон нэг жилээс нөгөөд цаг агаарын хүчтэй өөрчлөлттэй улс орнуудад цаг уурын өөрчлөлт зайлшгүй шаардлагатай. Залруулсаны дараа эрчим хүчний хэрэглээг жишиг нөхцлөөр (мөн "хэвийн уур амьсгал" гэж нэрлэдэг) хэмждэг. Уур амьсгалыг засах хэд хэдэн арга байдаг (нийтлэг хэрэглэгддэг аргыг Хавсралт D-с харна уу).  Эрчим хүчний хэрэглээний өөрчлөлтийн задралын хувьд тооцооллыг ихэвчлэн бодит хэрэглээгээр хийдэг. Гэсэн хэдий ч бүх хүчин зүйлийг, ялангуяа эрчим хүчний хэмнэлтийг жишиг нөхцөлд (жишээ нь, ердийн цаг агаарын нөхцөлд) тооцох ёстой бөгөөд цаг агаарын нөлөөг тайлбарлах нэг хүчин зүйл болгон оруулж болно.  **5 Эрчим хүчний эрчимжилтийн өөрчлөлт дэх бүтцийн нөлөөллийн үнэлгээ**  **5.1 Ерөнхий зүйл**  Аж үйлдвэрийн нэмүү өртөг нь түүний үйл ажиллагааг хэмжих нэг арга юм: энэ нэмүү өртөг нь янз бүрийн салбарын дэд салбаруудын (мөн аж үйлдвэрийн салбар гэж нэрлэдэг) нэмэгдсэн өртгийн нийлбэр юм. Салбарын дэд салбар бүрийг эрчим хүчний эрчим хүчээр, өөрөөр хэлбэл нэмэгдсэн өртгийн нэгжид ногдох эрчим хүчний хэрэглээний харьцаагаар тодорхойлж болно. Дэд салбараас хамааран эрчим хүчний эрчимжилт ихээхэн ялгаатай байж болно. Жишээ нь ЕХ-ны түвшинд "анхдагч металл" дэд салбар нь "тоног төхөөрөмж" дэд салбараас (жишээ нь машин, үйлдвэрлэсэн металл, тээврийн хэрэгсэл) 30 дахин их эрчим хүчний эрчимтэй байдаг.  Хэрэв машин механизмын нэмүү өртөг аж үйлдвэрийн дунджаас хурдан өсч байхад үндсэн металлын нэмэгдсэн өртөг удаашралтай байгаа бол энэ нь машин механизмын эзлэх хувь нэмэгдэж, нийт нэмүү өртөгт анхдагч металлын эзлэх хувь буурахад хүргэнэ; Үүнийг "бүтцийн эффект" гэж нэрлэдэг. Эдгээр хоёр салбарын эрчим хүчний эрчмийн ялгаа их байдаг тул энэхүү бүтцийн нөлөөлөл нь бүх зүйл тэнцүү байх үед үйлдвэрлэлийн эрчим хүчний эрчимжилтийг бууруулахад хүргэнэ.  Энэ зүйлд үзүүлсэн арга нь тухайн салбарын эрчим хүчний эрчмийн өөрчлөлтөд бүтцийн өөрчлөлтийн нөлөөллийг хэрхэн хэмжихийг тайлбарладаг.  **5.2 Тооцооллын аргууд**  **5.2.1 Бүтцийн нөлөөллийн тооцооллын танилцуулга**  Тухайн салбарын (жишээ нь аж үйлдвэр, үйлчилгээ, бүх эцсийн хэрэглэгчид) эрчим хүчний зарцуулалтыг (1)-р томьёонд үзүүлсэнчлэн үйл ажиллагааны (жишээ нь аж үйлдвэр эсвэл үйл ажиллагааны нэмүү өртөг, эцсийн хэрэглээний ДНБ) валютын заалтэд харьцуулж салбарын эрчим хүчний эрчимжилтийн хэмжээг тогтооно:    үүнд  *e* салбарын эрчим хүчний үр ашгийн хэмжээ;  *E* салбарын эрчим хүчний зарцуулалт;  *Y* тогтмол үнээр хэмжигдэх салбарын үйл ажиллагааны валютын заалт (жишээ нь нэмүү өртөг);  *t* тооцоолсон жил.  Эрчим хүчний зарцуулалтыг Жоуль, кВт цаг, 41,468 ГигаЖоуль, эсвэл Btu гэх мэт эрчим хүчний янз бүрийн нэгжээр илэрхийлж болно. ОУСБ-ын стандартчиллын дагуу эдгээр тоонуудыг аль болох эрчим хүчний зарцуулалтын СИ нэгж буюу Жоуль болгон хөрвүүлэх ёстой (МЖ, ГЖ, эсвэл ПЖ). Тооцооллын нарийвчлалыг (жишээ нь: 59,500,000 кЖ/т гэхээс илүү 59,5 ГЖ/т)бодохын тулд хэд хэдэн нэгжийг сонгох хэрэгтэй.  Мөнгөний индикаторыг макро эдийн засгийн статистикт тодорхойлсон зэрэгцүүлэх үнээр хэмжихдээ эзлэхүүний өөрчлөлтийг (жишээ нь инфляцийн нөлөөг арилгах замаар), жишээ нь € 2 005, 2 005 доллар эсвэл зэрэгцүүлэх үнээр үндэсний мөнгөн тэмдэгтээр хэмжих ёстой. Формула (1)-д тодорхойлсон энергийн эрчмийг Формула (2)-д үзүүлсэн шиг хоёр бүрэлдэхүүн хэсгийг харуулахын тулд бичиж болно:   * салбарын (бүтцийн бүрэлдэхүүн хэсэг) үйл ажиллагаанд дэд салбаруудыг оруулсан хувь нэмэр; * дэд салбаруудын эрчим хүчний эрчимжилт (эрчим хүчний эрчимжилтийн бүрэлдэхүүн хэсэг).     үүнд  e салбарын (жишээ нь аж үйлдвэр) эрчим хүчний үр ашиг;  *i* дэд салбар;  *Y*i дэд салбарын (жишээ нь нэмүү өртөг) үйл ажиллагааны валютын заалт *I*;  *Y* салбарын үйл ажиллагааны валютын заалт (жишээ нь аж үйлдвэрийн нэмүү өртөг);  *Ei*нь i дэд салбарын эрчим хүчний зарцуулалт (аж үйлдвэрийн салбар, эдийн засгийн салбар);  *Yi/Y* is the ratio of the activity of subsector *i* in the activity of the sector = *Ri* (structure component);  *Yi/Y* нь *Ri* салбарын үйл ажиллагааг *i* дэд зүйлийн үйл ажиллагаанд харьцуулсан харьцаа  *Ei/Yi**i = ei* дэд салбарын эрчим хүчний эрчимжилтийн утга (эрчим хүчний эрчимжилтийн бүрэлдэхүүн хэсэг);  5.2.2[11]-д тодорхойлсон Дивизиа арга нь өгөгдсөн салбарын эрчим хүчний эрчимжилтийн өөрчлөлтөд бүтцийн өөрчлөлтийн нөлөөг хэмжих хамгийн нийтлэг арга юм.  А хавсралтад (А.1-ийг харна уу) ойлгох болон хэрэгжүүлэхэд илүү хялбар боловч үр дүн нь үндсэн жилийн сонголтоос хамааран өөрчлөгддөг аргыг танилцуулсан. Дивизиа аргыг энэ баримт бичигт ашиглахыг зөвлөж байна, учир нь энэ нь шилжих лавлагааны жилийг ашиглан энэ дутагдлаас зайлсхийдэг. Хавсралт А-д үзүүлсэн тооцоолол нь бүтцийн үнэлгээнд эрчим хүчний эцсийн эрчим хүчийг (жишээ нь: аж үйлдвэр, тээвэр, айл өрх, үйлчилгээ, хөдөө аж ахуй гэх мэт) тооцоолох тохиолдолд өөр өөр салбаруудад ашиглах үйл ажиллагааны үзүүлэлтүүдийн тодорхойлолтыг зааж өгсөн болно.  Бүтцийн нөлөөллийн тооцоотой холбогдох тодорхой асуудлуудыг 5.3-д тодорхойлсон.  **5.2.2 Эрчим хүчний эрчимжилтийн өөрчлөлтийг Дивизиа аргаар задлах**  Дивизиа арга нь үнийн индексийг анх тооцоолоход ашиглаж байсан задаргааны түгээмэл арга. Түүний хамрах хүрээг жилийн өсөлтийн хурдны хэлбэлзэл болох Gar,tot-ыг хоёр бүрэлдэхүүн хэсэг болгон задлах замаар эрчим хүчний эрчмийн задралд тохируулсан болно)[12]:   * Ri-ийн өөрчлөлтөөс шалтгаалсан салбарын эрчим хүчний жилийн өөрчлөлтийг хэмжих бүтцийн нөлөө (Gar,str) (салбарын нийт үйл ажиллагаанд i дэд салбар бүрийн үйл ажиллагааны харьцаа), Формула (3)-ыг үзнэ үү; * i (ei) дэд салбар бүрийн эрчим хүчний эрчимжилтийн өөрчлөлтөөс шалтгаалан салбарын эрчим хүчний жилийн өөрчлөлтийг хэмжих эрчим хүчний нөлөө (Gar,int), Формула (4)-ийг үзнэ үү:   = (3)  = (4)  = +  үүнд  жилийн өсөлтийн хурдны бүтцийн нөлөө;  нь жилийн өсөлтийн эрчимжилтийн нөлөө;  жилийн өсөлтийн хурдны хэлбэлзэл юм;  t жилд нийт салбарын эрчим хүчний хэрэглээнд i дэд салбарын эзлэх хувийн жингээр хэмжигдэх t жилийн i дэд салбарын жин; 5.3.1-д тайлбарласан wi-ийг тооцоолох өөр өөр хувилбарууд байдаг;  *Ri = Yi/Y* салбарын үйл ажиллагаанд i дэд салбарын үйл ажиллагааны харьцаа;  *i* дэд салбарын эрчим хүчний эрчим хүчний утга юм.  Суурь жил 0-ээс эцсийн T он хүртэлх хугацааны өөрчлөлтийг задлахын тулд (3) ба (4) томъёоны жилийн өсөлтийн хурдыг 0-ээс T хүртэлх хугацаанд нэгтгэн дүгнэх шаардлагатай.  (5)  (6)  үүнд  жилийн өсөлтийн бүтцийн нөлөөлөл юм;  жилийн өсөлтийн хурдны эрчмийн нөлөө;  *0* суурь жил;  *T* сүүлийн жил.  Томъёо (5) ба (6)-ыг томъёо (7) ба (8)-д үзүүлсэн шиг задралыг жилийн өсөлтийн хурдаар биш харин өөрчлөлтийн индексээр хийхээр бичиж болно.  (7)  (8)  = ˣ /100  үүнд  тухайн салбарын үйл ажиллагаанд i дэд салбарын үйл ажиллагааны харьцааны өөрчлөлтөөс шалтгаалсан салбарын эрчим хүчний эрчмийн хэлбэлзлийн индекс (Ri); *i, (ei)* дэд салбарын эрчим хүчний эрчимжилтийн өөрчлөлтөөс шалтгаалан тухайн салбарын эрчим хүчний өөрчлөлтийн индекс;  салбарын эрчим хүчний эрчмийн өөрчлөлтийн индекс 0-ээс T хооронд;  суурь жил;  *0* сүүлчийн жил;  *T* томьёо (3) болон (4)-д тодорхойлогддог.  , ,  **5.3 Бүтцийн нөлөөлөлд холбогдох тооцооллын асуудлууд**  **5.3.1 Ерөнхий зүйл**  Бүтцийн нөлөөллийн тооцоотой холбоотой гурван үндсэн асуудлыг доор авч үзнэ.   * дивизиа аргаар тооцоолох өөр өөр төрлийн хувилбарууд ([5.3.2](#_bookmark40)-ыг харна уу); * хэсэглэн жижиглэх түвшин ([5.3.3](#_bookmark44)-ыг харна уу); * гинжин эсвэл гинжин бус тооцооллын ([5.3.4](#_bookmark45)-ийг харна уу) үеийн тооцоо.   **5.3.2 Дивизийн задралыг тооцоолох сонголтууд**  Төрөл бүрийн дэд салбаруудын жинг хэрхэн тодорхойлох, задрал нь нэмэлт эсвэл үржүүлэх хэлбэрээр хийгдсэн эсэхээс хамааран Дивизийн аргын өөр өөр хувилбарууд байдаг. Дивизийн задралын хоёр үндсэн арга нь:   * арифметик дундаж Divisia индекс (AMDI) арга; * логарифмын дундаж хуваах индекс (LMDI) арга бөгөөд хамгийн түгээмэл нь "LMDI1" гэж нэрлэгддэг; * гинжлэгдсэн эсвэл гинжгүй тооцоолол бүхий хугацааны тооцоо (5.3.4-ийг харна уу).   AMDI нь хэрэгжүүлэх хамгийн энгийн арга бөгөөд t жил дэх i дэд салбарын жинлэлт нь t ба t–1 жилийн дундаж жин бөгөөд томъёо (9)-д заасны дагуу тодорхойлогддог (үржүүлэх хэлбэрийн тохиолдолд):  (9)  үүнд  t жилийн i дэд салбарын эрчим хүчний зарцуулалт;  t–1 жилийн i дэд салбарын эрчим хүчний зарцуулалт;  t жилийн (i дэд салбаруудын нийлбэр) нийт эрчим хүчний зарцуулалт;  *E* салбарын эрчим хүчний зарцуулалт.  LMDI1-ийн хувьд (2) болон (3)-р томьёонд ашигласан жингийн томьёо (10)-д заасны дагуу тодорхойлно:  (10)  үүнд  *t* жилийн *i* дэд салбарын эрчим хүчний зарцуулалт;  *t-1* жилийн *i* дэд салбарын эрчим хүчний зарцуулалт;  *t* жилийн (i дэд салбаруудын нийлбэр) нийт эрчим хүчний зарцуулалт;  *t* жилийн салбарын үйл ажиллагааны валютын заалт;  *t*–1 жилийн салбарын үйл ажиллагааны валютын заалт;  L(*a,b*) = Sato[[17](#_bookmark167)]-ын санал болгосон логарифмын дундаж.  LMDI1 нь төгс задлах арга өгөгдсөн бол AMDI-д маш бага үлдэгдэлтэй байна. Нэмж дурдахад LMDI1 нь өгөгдлийн нйит дүнг тэгтэй тэнцүү утгыг тохируулдаг. Ийм учраас LMDI1 нь задлах аргыг илүүд үздэг.  Эдгээр хоёр аргыг нэмэх эсвэл үржүүлэх хэлбэрээр хэрэглэж болно. Нэмэх хэлбэрээр задралыг эрчимжилтийн үнэмлэхүй утгаар хийдэг бол үржүүлэх хэлбэрээр задралыг вариацын индексээр хийдэг. Эрчим хүчний эрчимжилтийн задаргааны хувьд үржүүлэх арга нь илүү түгээмэл байдаг, учир нь эрчимжилтэд дүн шинжилгээ хийх зорилготой бөгөөд эрчмимжилтийн үнэмлэхүй утгыг өөрчилдөггүй. А хавсралтад үржүүлэх хэлбэрийн AMDI болон LMDI1 –ийг тооцоолох жишээг харуулав.  **5.3.3 Хэд хэдэн хэсгээс бүрдсэн түвшин**  Ялангуяа эрчим хүч их шаарддаг дэд салбаруудаас ашигласан задаргааны аргаас гадна тооцооны үр дүн нь задаргааны түвшингээс хамаарна. Асуудал нь маш өндөр задаргааны түвшинд үйл ажиллагаа явуулахдаа биш, харин эрчим хүчний зарцуулалтын хувьд хамгийн чухал салбаруудыг зөв задлах (жишээ нь үйлдвэрлэлийн химийн бодисын хувьд) явдал юм.  Иймд үр дүнг танилцуулахдаа аж үйлдвэрийн хувьд бүтцийн нөлөөлөл нь хуваагдлын ямар түвшинд тооцогдсон, мөн бүтцийн нөлөөлөл нь үйлдвэрлэлийн бүтцийн өөрчлөлтийг багтаасан эсвэл оруулаагүй бол эцсийн эрчим хүчний эрчимжилтийг тодорхойлох нь чухал юм.  **5.3.4 Гинжин эсвэл гинжин бус тооцоолол**  Дивизиа аргын хувьд тооцооллыг жил бүр хийдэг бөгөөд жилийн өөрчлөлтийг нэгтгэн тухайн үеийн нийт задралыг гаргана. Үүнийг "гинжин тооцоо" гэж нэрлэдэг. Үүний гол давуу тал нь тодорхой хугацааны туршид жилийн задралыг хангах юм.  Зөвхөн суурь 0 болон сүүлийн Т жилийн зөрүүг харгалзан тухайн тайлант хугацааны хувьд ижил тооцоог шууд хийх боломжтой. Тооцооллын энэ аргыг "гинжин бус тооцоолол" гэж нэрлэдэг. Гинжин бус тооцоолол нь нарийвчлал багатай бөгөөд илүү их үлдэгдэлтэй боловч гинжлэгдсэн болон гинжин бус тооцооллын ялгаа нь ихэвчлэн тийм ч чухал биш бөгөөд Divisia аргын (LMDI-аас ялгаа байхгүй) яг хувилбараас хамаардаг.  Гинжин бус тооцооны гол сул тал нь завсрын тооцоог хийхгүй байх. Нөгөө талаас, хэрэв шаардлагатай өгөгдөл нь зөвхөн хоёр жилийн хугацаанд байгаа бол та зөвхөн хугацааны тооцоог хийж болно. Иймээс хоёр тооцооны хоорондох сонголт нь задралын зорилго болон өгөгдлийн хүртээмжээс хамаарна.  **6 Эрчим хүчний үр ашгийн индексийн тооцоолол**  **6.1 Тооцооллын зорилго болон ерөнхий байдал**  Эрчим хүчний үр ашгийг тодорхой эрчим хүчний зарцуулалтын (4.2.1-ийг харна уу) бууралтад үндэслэн дэд салбар эсвэл эрчим хүчний хэрэглээгээр ихэвчлэн тооцдог. Өрхийн салбарт орон зайн халаалт, хөргөлт, ус халаах, хоол хийх гэх мэт янз бүрийн төрлийн эрчим хүчний зарцуулалт байдаг бөгөөд эрчим хүчний хэмнэлтийн үр ашиг өөр өөр байдаг. Салбарын түвшинд эрчим хүчний үр ашгийн индексийг (IEE) боловсруулах зорилго нь эдгээр бүх чиг хандлагыг эрчим хүчний үр ашгийн нэг индексээр эцсийн хэрэглээгээр нэгтгэн дүгнэх явдал юм[15]. Эрчим хүчний үр ашгийн индексийг бүх салбарын түвшинд (үйлдвэр, зам тээвэр, өрх, үйлчилгээ, хөдөө аж ахуй) болон нийт эдийн засгийн түвшинд (жишээ нь бүх эцсийн хэрэглэгч) тодорхойлж болно. Энэ индексийг эрчим хүчний үр ашгийн өсөлтийн хурдыг хэмжихээс гадна хэрэглээний өөрчлөлтийн задралын шинжилгээнд хэмжигдэх бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн нэг болох эрчим хүчний хэмнэлтийг тооцоолоход ашиглаж болно. Салбар бүрийн хувьд эрчим хүчний хэмнэлтийн ахиц дэвшлийн дэд салбарын индексүүдийн жигнэсэн дундажаар индексийг тооцдог. Дэд салбарууд нь аж үйлдвэр, үйлчилгээний салбарын салбарууд, өрхийн эрчим хүчний хэрэглээ, тээврийн хэлбэрүүд юм.  Дэд салбарын индексүүдийг эрчим хүчний хэрэглээний тодорхой үзүүлэлтүүдийн өөрчлөлтөөс тооцож, физик нэгжээр хэмжиж, бодлогын үнэлгээний үүднээс эрчим хүчний үр ашгийн ахиц дэвшлийг хамгийн сайн харуулах үүднээс сонгосон. Индексийг ашиглаж байгаа нь тухайн салбарт өөр өөр нэгжүүдийг нэгтгэх боломжийг олгодог, жишээлбэл, өрхөд: кВт.ц/хэрэгсэл, МЖ/м2, ГЖ/орон сууц, эсвэл тээврийн хэрэгсэлд: МЖ/пкм, литр/100 км.  Нийлмэл индексийг гаргахад ашигласан жин нь тооцоонд авч үзсэн салбарын нийт эрчим хүчний хэрэглээнд дэд салбар бүрийн эзлэх хувь юм. Эрчим хүчний үр ашгийн индекс 90-тэй тэнцэх нь үндсэн жилээс эрчим хүчний үр ашгийн 10%-ийн өсөлтийг хэлнэ.  Эрчим хүчний үр ашгийн индексүүд нь эрчим хүчний эрчмээс илүү нийт түвшинд (жишээ нь эдийн засаг, аж үйлдвэр, зам тээвэр, айл өрх, үйлчилгээ, хөдөө аж ахуй) эрчим хүчний үр ашгийн чиг хандлагыг үнэлэхэд илүү сайн проксиг илэрхийлдэг, учир нь тэдгээр нь физик үзүүлэлтүүд дээр тулгуурлаж, бүтцийн үндсэн нөлөөллийг хасдаг.  Салбар эсвэл дэд салбарын эрчим хүчний үр ашгийн индекс нь ашигтай байж болно. Гэсэн хэдий ч хэрэглэгчид индексийн сайжруулалт нь ерөнхий сайжруулалтыг илтгэхгүй гэдгийг анхаарах хэрэгтэй. Хэрэглэгчид нэг салбарын индексийг сайжруулахад нөлөөлж буй хүчин зүйлүүд нь бусад салбарт нөхөх болон бусад нөлөө үзүүлэхгүй эсэхийг шалгах боломжтой.  **6.2 Ерөнхий тооцоолол**  **6.2.1 Ерөнхий зүйл**  Энэ зүйлд эрчим хүчний үр ашгийн индексийг тооцоолох үе шатуудыг тайлбарласан болно.  Дараах алхамуудаар тооцоолно:   * 1-р алхам: дэд салбаруудын эсвэл эрчим хүний хэрэглээнүүдийн сонголт индексд хамаарна ([6.2.2](#_bookmark48)-ыг харна уу); * 2-р алхам: заалтуудыг сонгох ([6.2.3](#_bookmark49)-ыг харна уу); * 3-р алхам: заалтын утгуудыг сонгох ([6.2.4](#_bookmark51)-ийг харна уу); * 4-р алхам: заалтийн чигийг тооцоолох ([6.2.5](#_bookmark53)-ыг харна уу); * 5-р алхам: хүндрүүлэгчийн хүчин зүйлийг тооцоолох ([6.2.6](#_bookmark55)-ыг харна уу); * 6-р алхам: эрчим хүчний үр ашгийн заалтыг салбараар тооцох ([6.2.7](#_bookmark58)-ыг харна уу); * 7-р алхам: эрчим хүчний үр ашгийн ерөнхий ([6.2.8](#_bookmark62)-ыг харна уу) индексийн тооцоо.   Эрчим хүчний үр ашгийн индексийг тооцоолохтой холбоотой бусад асуудлыг 6.3-т тайлбарласан.  **6.2.2 1-р алхам: Эрчим хүчний хэрэглээ эсвэл дэд салбаруудыг сонгох**  Салбар бүрийн (жишээ нь аж үйлдвэр, тээвэр, өрх, үйл ажиллагаа, хөдөө аж ахуй) хувьд эрчим хүчний үр ашгийг тооцох дэд салбаруудын жагсаалтыг гаргана. Дэд салбарууд нь конвекцоор халаах (айл өрх), тээвэрийн арга зам (тээвэр), аж үйлдвэрлэлийн салбар (аж үйлдвэр болон үйлчилгээний, магадгүй хөдөө аж ахуйн) зэрэг эрчим хүчний хэрэглээтэй байж болдог.В хавсралтад нийтлэг өөр өөр төрлийн салбаруудад анхаарч үздэг эвдрэлийг тусгасан.  **6.2.3 2-р алхам: Заалтуудыг сонгох**  Дэд салбар эсвэл эрчим хүч хэрэглэдэг системүүдийн хувьд эрчим хүчний үр ашгийн сайжруулалтыг тодорхой зарцуулалтын бууралтаас хэмждэг. Жил тутамд тодорхойлогддог тодорхой зарцуулалт заалтийн хоёр төрлийг ашиглаж (ISO 17742-д А эсвэл В төрлийн гэж дурдсан) болно:   * дэд салбарын түвшинд эрчим хүчний тусгай хэрэглээ нь үйлдвэрлэл, үйлдвэрлэлийн индекс (эсвэл үйлдвэрлэлийн индекс байхгүй бол зэрэгцүүлэх үнээр нэмэгдсэн өртөг), замын хөдөлгөөн (жишээ нь, төмрийн ГЖ/тонн ган гэх мэт) зэрэг нэг жилийн хугацаанд эрчим хүчний хэрэглээг биет хэмжигдэхүүнтэй холбоно: А төрлийн заалт * системийг ашиглах эрчим хүчний тодорхой эрчим хүчний хэрэглээ нь тодорхой системүүдийн жилийн эрчим хүчний хэрэглээг нэг жилийн хугацаанд системийн дундаж тоо эсвэл хэмжээтэй (жишээ нь: GJ/орон сууц, кВт.ц/ хөргөгч эсвэл нэг машинд ногдох литр эсвэл барилгын талбайн ГЖ/м2) хамааруулна: B төрлийн заалт.   Шалгуур үзүүлэлтүүдийг тооцоолохын тулд дэд салбар эсвэл зорилтот эцсийн хэрэглээнд ногдох эрчим хүчний хэрэглээ нь индикаторын төрлөөс хамаарах драйвертай холбоотой байдаг.  Шалгуур үзүүлэлт бүрийн шаардлагатай бүх тодорхойлолтыг өөр өөр салбар (үйлдвэр, зам тээвэр, өрх, үйлчилгээ, хөдөө аж ахуй) -д хавсралт Б-д өгсөн болно.  **6.2.4 3-р алхам: Заалтийн утгуудыг тооцоолох**  Эрчим хүчний зарцуулалтын тодорхой заалтуудыг (11)-р томьёог ашиглан дэд салбарын нарийвчилсан түвшинд тооцож, эрчим хүчний зарцуулалтыг *t* жилийн салбарын үйл ажиллагааны хөдөлгөгч заалтаар хуваана:  (11)  үүнд  *i* дэд салбарын заалт утга;  *i* дэд салбарын эрчим хүчний зарцуулалт; энэ нь конвекцоор халаах болон конвекцоор хөргөхтэй холбоотой заалтуудын хувьд цаг агаарын тохируулгатай (нормчилсан) байх ёстой;  *i* дэд салбарын үйл ажиллагааны заалт;  *t* тооцооллын жил.  **6.2.5 4-р алхам: Заалтийн чигийг индекс болгон тооцох**  Эрчим хүчний үр ашгийн хамгийн сайн утгыг сонгохын тулд тодорхой эрчим хүчний зарцуулалтын заалтуудын утгыг өөр өөр нэгжээр илэрхийлдэг. Эрчим хүчний үр ашгийн ахиц дэвшлийг өөр өөр физик нэгжээр (жишээ нь кВтц/цахилгаан хэрэгсэл, тонн газрын тосны эквивалент/м2) хэмжих боломжтой тул томьёо (12)-т үзүүлсэн шиг нэгтгэхийн тулд индекс болгон хувиргах шаардлагатай. Суурь жил нь ихэвчлэн индексийг тооцдог (жишээ нь 2000) эхний жил юм.    үүнд  *t* жилийн *i* дэд салбарын заалтийн индекс;  . *t* эсвэл *0* жилийн *i* дэд салбарын заалтийн утга;  *t* тооцоолсон жил;  *0* суурь жил.  **6.2.6 5-р зүйл: Хүндрүүлэгчийн хүчин зүйлийг тооцоолох**  Салбарын (жишээ нь аж үйлдвэр, тээвэр, өрхийн) индексийг өмнөх алхамд тооцсон дэд салбар эсвэл эцсийн хэрэглэгч бүрийн хувийн хэрэглээний индексийн жигнэсэн дундажаар тооцож, дэд салбар бүрийн харьцангуй зарцуулалтад үндэслэн жинлэлтийг дараах томъёогоор үзүүлэв.    үүнд  *i* дэд салбар;  *t* жилийн *i* дэд салбарын хүндрүүлэгч;  *i* дэд салбарын эрчим хүчний зарцууллат (конвекцоор халаах эсвэл хөргөхөд тохируулсан цаг агаар);  *E* салбарын эрчим хүчний зарцуулалт (өрхийн болон үйлчилгээнд тохируулсан цаг агаар);  *t* тооцоолсон жил.  ЖИШЭЭ Суурь жилд 60% болно 40% тус тус хэрэглээний эзлэх хувьтай хоёр дэд салбарыг авч үзвэл нэгжийн хэрэглээ нэгдүгээр дэд салбарт 100-аас 85, хоёрдугаарт 100-аас 97,5 болж өөрчлөгдсөн бол жигнэсэн дундаж.  **6.2.7 6-р алхам: Салбарын эрчим хүчний үр ашгийн индексийг тооцох**  IEE салбарын (жишээ нь аж үйлдвэр, тээвэр, өрх, үйлчилгээ эсвэл тариалан) эрчим хүчний үр ашгийн индексийг заалт тус бүрийн хэлбэлзлийн индексийг дэд салбараар нь хүндрүүлэх замаар тооцдог. Энэхүү жигнэсэн индексийг тооцоолох арга нь дээр дурдсанчлан дээрээс доош чиглэсэн аргуудын тодорхой хэрэглээний хэлбэлзэл дээр үндэслэн IEE-ийн өөрчлөлтөөс эрчим хүчний хэмнэлтийг тооцоололтой бүрэн дүйцэхүйц байдлаар тооцоолох боломжийг бүрдүүлэхийн тулд нарийн тодорхойлсон болно.  Тооцоолол нь тогтсон суурь жилээр бус жилээр, өөрөөр хэлбэл гинжин тооцооллоор хийгддэг. *t-1* болон *t*-ийн хоорондох жигнэсэн IEE-ийн өөрчлөлтийг тодорхойлоход ашигласан томьёог дараах томьёогоор (14) өгөгдсөн:  (14)  үүнд  салбарын эрчим хүчний үр ашгийн индекс;  *i* дэд салбарын заалтийн индекс;  *i* дэд салбар;  *t* жил дэх *i* дэд салбарын хүндрүүлэгч (жишээ нь салбарын эрчим хүчний зарцуулалтад *i* дэд салбарын эзлэх хувь);  *t* тооцоолох жил;  *t*–1 тооцооллын жилийн өмнөх жил  Дараа нь *t* жилийн эрчим хүчний үр ашгийн индексийн утгыг томьёо (15)-д үзүүлсний дагуу тооцооллыг буцаах замаар өмнөх жилийн утгаас гаргана:  (15)  Дараа нь индексийг жишиг жилийн хувьд 100 болгож, дараалсан утгуудыг t-1 жилийн эрчим хүчний үр ашгийн индексийн утгыг -аар үржүүлсэн t жил бүрээр гаргана.      үүнд  эрчим хүчний үр ашгийн индексийг суурь 100-д илэрхийлнэ;  *0* суурь жил;  *t* тооцооллын жил.  **6.2.8 7-р алхам: Эрчим хүчний үр ашгийн ерөнхий индексийн тооцоо**  Эцсийн эрчим хүчний бүх салбарын эрчим хүчний үр ашгийн индексийг Формула (15) ашиглан үйлдвэр, тээвэр, айл өрх, үйлчилгээ, хөдөө аж ахуй гэсэн эцсийн хэрэглээний таван салбарын эрчим хүчний үр ашгийн индексийн жигнэсэн дундажаар тооцдог. Жинлэх нь эдгээр салбар бүрийн эрчим хүчний хэрэглээний эцсийн эрчим хүчний хэрэглээнд эзлэх хувь хэмжээ юм.  **6.3 Эрчим хүчний үр ашгийн индексийг тооцоолоход гарах тооцооллын асуудлууд**  **6.3.1 Ерөнхий зүйл**  Эрчим хүчний үр ашгийн индексийг тооцоолох хоёр үндсэн асуудал байдаг:   * тооцоолол хийх сонголтууд; * эрчим хүчний үр ашгийн сөрөг хандлагыг тооцох.   **6.3.2 Тооцооллын сонголтууд**  **6.3.2.1 Өмнөх жилтэй харьцуулсан суурь жил**  *t* жилийн эрчим хүчний үр ашгийн ахиц дэвшлийг хэмжихэд хоёр өөр жишиг жилийг ашиглаж болно: тогтмол суурь жил эсвэл хөдөлж буй жишиг жил (t-1 жил).  (15)-р томьёонд ашигласан тооцоолол нь хөдөлж буй суурь жилд үндэслэсэн бөгөөд энэ нь эрчим хүчний үр ашгийн өсөлтийг өмнөх жилтэй харьцуулан хэмждэг гэсэн үг юм. Тиймээс *IEE* нь эрчим хүчний үр ашгийн өсөлтийг нэг жилээс нөгөөгөөр нь цуглуулдаг.  Тогтмол суурь жилийн хандлагад нэгж хэрэглээний бүх өөрчлөлтийг тогтмол суурь жилтэй холбон хэмждэг. Өөрөөр хэлбэл, эрчим хүчний хэмнэлтийн ахиц дэвшлийг тухайн суурь жилийн нөхцөл байдалтай (өөрөөр хэлбэл тухайн жилийн эрчим хүчний гүйцэтгэл) харьцуулан хэмждэг. Суурь жил 0 ба t хооронд салбар тус бүрийн өсөлтийг жинлэх замаар индексийн өөрчлөлтийг олж авдаг. Тогтмол суурь жилийн аргын сул тал нь үр дүнд жишиг жилийн нөхцөл байдал нөлөөлдөг.  **6.3.2.2 Заалт утгыг жигдрүүлсэн**  Жил бүрийн заалтийн утгууд заримдаа их хэмжээний хэлбэлзлийг харуулдаг. Ийм хэлбэлзэл нь цаг уурын (дулаан өвөл) хангалтгүй залруулга, ажиллах горимын хүчин зүйлүүд, бизнесийн мөчлөгийн нөлөөлөл, статистикийн (especially for the last year of calculation as data are often provisional and can be later revised) бүрэн бус байдал зэрэг янз бүрийн хүчин зүйлтэй холбоотой байж болно.  Эрчим хүчний үр ашгийн үзүүлэлтүүд хэвийн хэмжээнд жигд өөрчлөгдөх (техникийн өөрчлөлт) байх ёстой тул эрчим хүчний үр ашгийн индекст тусгагдсан ийм хэлбэлзлийг ойлгоход хэцүү байдаг.  Хэлбэлзлийг багасгахын тулд IEE-ийг гурван жилийн дундажаар тооцохыг зөвлөж байна. t жилд ашигласан утга нь t–1, t ба t+1-ийн дундаж юм. Энэ аргыг статистикт уламжлалт байдлаар ашигладаг. Индексийн үр дүнг нийтлэхдээ эрчим хүчний үр ашгийн индексийг хөдөлгөөнт дундаж утгаар тооцож байгаа эсэхийг тодруулах хэрэгтэй.  1-Р ТАЙЛБАР Гурван жилийн дундажийг тооцохдоо статистикт уламжлалт байдлаар ашигладаг арга нь t жилийн дундажийг t–1, t ба t+1-ийг авах явдал юм. Гэсэн хэдий ч сүүлийн нэг жилийн дундажийг зөвхөн хоёр жил (t ба t-1) дээр үндэслэж болно. Нидерландад албан ёсоор хэрэглэгдэж байсан t–2, t–1, t жилүүдийг ашиглах нь сүүлийн нэг жилийн хугацаанд ийм хялбарчлахаас зайлсхийх болно, гэхдээ энэ нь олсон ололтыг үргэлж дутуу үнэлдэг.  2-Р ТАЙЛБАР Хамгийн сүүлийн үеийн болон өмнөх хоёр хугацааны I индексийн хувьд [3It + 2I(t–1) + I(t–2)]/6-г ашиглах гэх мэт сүүлийн үеийн өгөгдөлд илүү их ач холбогдол өгөхийн тулд жигнэсэн утгыг ашиглаж болно. Жишээлбэл, сүүлийн жилүүдэд шинэ технологи хурдацтай нэвтэрч байгаа нь мэдэгдэж байгаа тохиолдолд энэ аргыг ашиглаж болно.  **6.3.3 Эрчим хүчний үр ашгийг дээшлүүлэх сөрөг үр дүнд бий болсон үзүүлэлтүүд**  Эрчим хүчний хэрэглээний тодорхой үзүүлэлтүүд буурсан нь эрчим хүчний хэмнэлт сайжирч байгааг харуулж байна. Гэсэн хэдий ч зарим тохиолдолд ажиглагдсан үзүүлэлтийн хандлага нь өсөлтийг харуулж байгаа нь эрчим хүчний үр ашгийг дээшлүүлэх сөрөг үр дагаварт хүргэдэг.  Тусгай хэрэглээний энэхүү өсөлт нь эдийн засгийн хямралын үед ихэвчлэн ажиглагддаг тул тоног төхөөрөмжийг үр ашиггүй ашигласантай холбоотой байж болох юм. Энэ нь ялангуяа аж үйлдвэр эсвэл ачаа тээврийн салбарт үнэн юм. Жишээлбэл, эдийн засгийн хямралын үед аж үйлдвэрт эрчим хүчний хэрэглээ нь үйл ажиллагаатай пропорциональ буурдаггүй, учир нь ихэнх тоног төхөөрөмжийн үр ашиг буурч, бүрэн хүчин чадлаараа ашиглагдаагүй, үүнээс гадна энэ хэрэглээний нэг хэсэг. Энэ тохиолдолд техникийн эрчим хүчний хэмнэлт нь буурахгүй, учир нь тоног төхөөрөмж нь хэвээр байгаа боловч үр ашиг багатай байдаг. Тиймээс эрчим хүчний хэмнэлтийн техникийн сайжруулалтыг ажиглагдсан (эсвэл илэрхий) эрчим хүчний үр ашгийн сайжруулалтаас салгах нь зүйтэй. Эрчим хүчний үр ашгийн илэрхий индексийг техникийн эрчим хүчний үр ашгийн индексээр сольж болох бөгөөд хэрэв тухайн дэд салбарын хувийн хэрэглээ өсөх юм бол техникийн индексийн тооцоонд түүний утгыг тогтмол байлгах болно. Тодорхой хэрэглээний өсөлт нь задралын түвшин хангалтгүй, улмаар бодит хэмнэлтийг бүтцийн нөлөөлөлтэй хольсонтой холбоотой байж болно. Хэрэв эдгээр бүтцийн нөлөөллийг засах боломжгүй бол эдгээр далд бүтцийн нөлөөллөөс болж эрчим хүчний хэмнэлтийн ахиц дэвшил тооцоогүй гэдгийг тодорхой хэлэх хэрэгтэй. Энэ нь ихэвчлэн барилгын цахилгаан хэрэгсэлд тохиолддог.  Индексийн үр дүнг нийтлэхдээ эрчим хүчний үр ашгийн илэрхий эсвэл техникийн сайжруулалтыг хэмжсэн эсэх, бүтцийн далд өөрчлөлтийн улмаас тооцоололд ямар эрчим хүчний хэрэглээг хасч болох байсныг тодруулах хэрэгтэй.  **6.4 Эрчим хүчний үр ашгийн индексийн зөв ажиллагаа**  **6.4.1 Ерөнхий зүйл**  Эрчим хүчний үр ашгийг эрчим хүчний оролт ба гаралтын харьцаагаар тооцохын тулд хоёуланг нь тодорхой тодорхойлж, хэмжиж болохуйц байх шаардлагатай. Тооцоолсон тоонуудын чанарыг [13]-р эшлэлд дурдсанчлан гарсан тоонуудын тодорхойгүй байдлын зөрүүг тодорхойлох замаар үнэлж болно. Уг судалгаанд индикаторын утгыг тооцоолохдоо эрчим хүч, үйл ажиллагааны өгөгдлийн алдааны зөрүүг нэгтгэсэн стандарт томъёогоор тооцдог. Заалтын утгын өөрчлөлтийн зөрүүг хоёр үзүүлэлтийн утгын зөрүүг зөрүүний маржин болгон хувиргах өөр стандарт томъёогоор тодорхойлно.  Гэсэн хэдий ч процедурын нарийн төвөгтэй байдлаас шалтгаалан энэ шинжилгээг хийх нь ховор байдаг. Тиймээс энэхүү баримт бичигт эрчим хүчний үр ашгийн индексийн чанарын тоон үнэлгээний удирдамж байхгүй болно.  Эрчим хүчний үр ашгийн индексийн чанарыг тооцоолох аргад үндэслэн үнэлэх нь илүү тохиромжтой туршлага юм. Эшлэл[16] дагуу дараах хүчин зүйлүүд нь үр дүнгийн чанарыг тодорхойлдог.   * мэдээллийн эх сурвалжийн байдал (6.4.2-ыг үзнэ үү); * эрчим хүчний үр ашгийг тооцох хугацаа (6.4.4-ийг үзнэ үү).   Тиймээс эрчим хүчний үр ашгийн индексийн чанарын үнэлгээ нь мэдээллийн эх сурвалжийн бүрэн тайлбарыг тусгаж, чанарын үнэлгээ, ашигласан шалгуур үзүүлэлтүүдийн үндэслэл, хугацааны уртыг агуулсан байх ёстой.  Эрчим хүчний үр ашгийн индексийг салбаруудын түвшинд янз бүрийн үзүүлэлтээр тооцдог тул индексийн алдааны хувь нь тусдаа үзүүлэлтүүдийнхээс бага байгааг тэмдэглэх нь зүйтэй: Үзүүлэлтийн өөрчлөлт нь бие биенээсээ хамааралгүй байх тохиолдолд тус тусын үзүүлэлтүүдээс индексийг тооцоолоход гарсан эерэг ба сөрөг алдаа нь бие биенээ нөхөх болно.  **6.4.2 Өгөгдлийн эх сурвалжийн статус**  Өгөгдлийн эх сурвалжийн статусыг албан ёсны статистик, нэгдсэн судалгаанд үндэслэсэн өгөгдөл, жижиг судалгаа, шинжээчийн дүгнэлтийн өгөгдөл гэж хуваадаг. Гэсэн хэдий ч албан өгөгдөл нь үргэлж бусад байгууллагын явуулсан судалгаанаас илүү найдвартай байдаггүй. Өгөгдлийн чанарыг үнэлэхдээ дараах чухал хүчин зүйлсийг анхаарч үзэх хэрэгтэй.   * Өгөгдлийн нийт дүн хэр дэлгэрэнгүй/өргөн цар хүрээтэй/ вэ? * Хэрэв түүврийг статистикийн түүвэрт үндэслэсэн бол түүвэр нь нийт улсын төлөөлөл мөн үү? * Статистик итгэлийн түвшин нь юу вэ? * How consistent is the collection or definition of statistical data over time? * Статистикийн өгөгдлийг цуглуулах эсвэл тодорхойлох нь цаг хугацааны хувьд хэр нийцэж байна вэ? * Арга эсвэл тодорхойлолтод алдаа дутагдал эсвэл өөрчлөлт гарсан уу? * Цаг хугацаа өнгөрөхөд цувралын утгууд хэр зэрэг нийцэж байна вэ? * Тайлбарлаагүй утгыг агуулж байна уу?   Ямарваа нэг тайланд баримтжуулсан бүх өгөгдөлийн баримт бичгийн зорилго болон эх сурвалжуудын хувьд бүх өгөгдөл нь хадгалагдчихсан байдаг.  **6.4.3 Заалтийн зохицол**  Заалтийн зохицол нь заалт утгын өөрчлөлт эрчим хүчний үр ашгийн илэрхийлж байгаа эсэрийг тодорхойлдог.  ТАЙЛБАР Сонголт нь ихэвчлэн сонгосон эрчим хүчний үйлчилгээний түвшний тодорхойлолт ба/эсвэл системийн заагын сонголтоор тодорхойлогддог тул хэрэглэгч аль хэмжүүр нь эрчим хүчний үр ашгийг хамгийн сайн тодорхойлдог болохыг анхааралтай бодож үзэх хэрэгтэй.  Далд бүтцийн нөлөө өөрчлөлтөд ихэвчлэн нөлөөлдөг ([4.2.3](#_bookmark19)-ийг харна уу). Гэсэн хэдий ч энэхүү бүтцийн нөлөөлөл нь үр ашгийн тодорхойлолтоос хамаарах хэмжлийн эрчим хүчний үр ашиг эсвэл шуугианы сигналийн аль нь ч байж болдог. Эдгээр далд бүтцийн нөлөөлөл (эсвэл бүтцийн нөлөөлөл сигнал эсвэл дуу чимээ байх эсэх талаар санал зөрөлдөөн, тодорхойгүй байдлын түвшин их байх тусам) өндөр байх тусам эрчим хүчний үр ашгийг сайжруулах тооцоо бага нарийвчлалтай байна. Үүний дараа энэ аргыг хэрэглэгч нь заалт тус бүрийн[[14](#_bookmark164)] хувьд боломжит далд бүтцийн нөлөөлөлд дүн шинжилгээ хийж болно. Гэсэн хэдийн ч хэдийгээр тэдгээрийг чанарын хувьд тодорхойлох боломжтой байсан ч тоон заалтыг тодорхойлоход шаардлагатай өгөгдөл нь ихэвчлэн байдаггүй.  **6.4.4 Үеийн үргэлжлэх хугацаа**  Нэг жилийн эрчим хүчний үр ашгийн индексийн утга нь өмнөх жилийнхээс өөрчлөгдсөн нь ихэвчлэн тодорхойгүй байдлын (жишээ нь ойролцоогоор 0,5 %-аас 1%) хүрээнд байдаг тул харьцангуй найдваргүй байдаг. Гэсэн хэдий ч 10 жилийн хугацаанд эрчим хүчний үр ашгийн индексийн утга өсөх болон тодорхойгүй байдлын түвшин ойролцоогоор ижил хэвээр байгаа нь найдвартай байдлыг нэмэгдүүлэхэд хүргэдэг.  **7 Эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийн задаргааны дүн шилжилгээ**  **7.1 Тооцооллын зорилго болон тойм**  Эрчим хүчний зарцуулалтын задаргааны дүн шинжилгээний гол зорилго бол өгөгдсөн үед эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийг тайлбарладаг тайлбар хүчин зүйлийн олон төрлийг харуулдаг. Тухайлбал энэ нь эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтөд хоёр гол хүчин зүйлийн харьцангуй хувь нэмрийг харуулдаг: бодит хүчин зүйл болон эрчим хүчний хэмнэлтийн хүчин зүйл. “Эрчим хүчний хэмнэлт” гэдэг нь дэд салбаруудын үр ашгийг сайжруулах болон эрчим хүчний хэрэглээний үр дүнд зарцуулалтыг бууруулахыг хэлнэ.  Гурав дахь хүчин зүйл болох бүтцийн хүчин зүйлийг хэд хэдэн салбарт авч үзэх боловч түүний тодорхойлолт нь тухайн салбараас хамаарна. Аж үйлдвэр, үйлчилгээний салбарт энэ нь тухайн салбарын нийт үйл ажиллагаанд дэд салбар бүрийн оруулсан хувь нэмрийн өөрчлөлттэй тохирч байна. Тээвэрлэлтийн хувьд энэ нь модаль шилжилттэй тохирч байна. Эрчим хүчний салбарт энэ нь эрчим хүчний хольцын өөрчлөлттэй тохирч байна. Эцэст нь, өрхүүдийн хувьд амьдралын түвшин, зан үйлийн хүчин зүйл, эсвэл түлшийг орлуулах хүчин зүйл гэх мэт хэрэглээний өөрчлөлтийг тайлбарлах тодорхой хүчин зүйлсийг хэмжиж болно. Энэ аргыг эцсийн хэрэглээний янз бүрийн салбарын түвшинд (үйлдвэр, тээвэр, өрх, үйлчилгээ, хөдөө аж ахуй), нийт эцсийн эрчим хүчний хэрэглээний түвшинд, эцэст нь эрчим хүчний анхдагч хэрэглээний түвшинд хэрэглэж болно. Тухайн тохиолдол бүрт юу өөрчлөгдөх нь өөр өөр тайлбарлагч хүчин зүйлүүд юм.  **7.2 Ерөнхий тооцоолол 7.2.1 Ерөнхий зүйл**  Энэ дэд зүйлд задаргааны тооцооллын алхмыг тодорхойлдрг. Өгөгдөл цуглуулах болон тооцож үзэх талаар С хавсралтад тусгасан. . Тооцооллын алхмууд нь дараах байдалтай байна: —1-р алхам: тайлбарлах хүчин зүйлийн тодорхойлолт (7.2.2-ыг харна уу); —2-р алхам: үйл ажиллагааны хүчин зүйлийн тоцоолол (7.2.3-ыг харна уу); —3-р алхам: эрчим хүчний хэмнэлтийн хүчин зүйлийн тооцоолол (7.2.4-ийг харна уу); —4-р алхам: бүтцийн нөлөөллийн тооцоолол (7.2.5-ыг харна уу); —5-р алхам: бусад хүчийн зүйлийн тооцоолол (7.2.6-ыг харна уу).  Эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийн задаргааны тооцоололтой холбоотой бусад асуудлыг 7.3-т тайлбарласан.  **7.2.2 Тайлбар хүчин зүйлийн тодорхойлолт** Эрчим хүчний хэрэглээний өөрчлөлтийн задралын шинжилгээний гол зорилго нь янз бүрийн тайлбарлагч хүчин зүйлсийн харьцангуй хувь нэмрийг харуулах явдал юм. Бүх хүчин зүйл, түүнчлэн эрчим хүчний хэрэглээний хэлбэлзлийг эрчим хүчний нэгжээр (жишээ нь, Joule-ийн олон тоо, хуруу эсвэл кВт.ц) илэрхийлнэ. Эхний хүчин зүйл бол үйл ажиллагааны хүчин зүйл юм. Энэ нь эрчим хүчний хэрэглээний өөрчлөлтөд үзүүлэх нөлөөллийг үнэлдэг. Өрхийн хувьд энэ нь хүн ам зүйн нөлөөллийг хэмждэг бөгөөд тээвэрт хөдөлгөөний өөрчлөлтийн нөлөөллийг хэмждэг. Эдийн засгийн өндөр өсөлт (эсвэл эдийн засгийн уналт) үед энэ хүчин зүйл нь ихэвчлэн эрчим хүчний хэрэглээний өсөлтийг (эсвэл бууралтыг) тайлбарлах хамгийн чухал хүчин зүйл болдог. Хоёрдахь хүчин зүйл нь янз бүрийн дэд салбарууд болон эрчим хүчний хэрэглээний түвшинд үр ашгийг дээшлүүлэхээс үүдэлтэй эрчим хүч хэмнэх хүчин зүйл юм. Эрчим хүчний хэмнэлтийн хүчин зүйл нь эрчим хүчний хэрэглээг бууруулахад хувь нэмэр оруулдаг тул сөрөг байна. Гурав дахь хүчин зүйл бол салбар бүрийн үйл ажиллагааны хэлбэлзэл нь бүх дэд салбаруудын хувьд ижил биш байдаг нь хэрэглээнд нөлөөлж болох бүтцийн өөрчлөлтөд хүргэдэг. "Бүтцийн нөлөө" гэж нэрлэгддэг энэхүү гурав дахь хүчин зүйл нь маш өөр өвөрмөц хэрэглээтэй дэд салбаруудын хооронд бүтэц өөрчлөгдвөл онцгой ач холбогдолтой байх болно (жишээ нь, автомашин ба зорчигч тээврийн нийтийн тээврийн хооронд, аж үйлдвэрийн ган ба тоног төхөөрөмжийн хооронд). Эдгээр бүтцийн үр нөлөөг аж үйлдвэр, тээвэр, үйлчилгээ, эрчим хүчний салбарт тооцоолж болно. Өрхүүдийн хувьд, дээр дурдсанчлан, бүтцийн зарим өөрчлөлтүүд байдаг боловч тоон үзүүлэлтийг тодорхойлоход нийтлэг байдаггүй өгөгдөл шаардлагатай байдаг. 1-Р ТАЙЛБАР Сэргээгдэх эрчим хүч, цөмийн болон дулааны эрчим хүчний хоорондох эрчим хүчний хольцын өөрчлөлтийг бүтцийн нөлөөлөл гэж үзэж болно. Үнэн хэрэгтээ, эрчим хүчний балансын олон улсын нягтлан бодох бүртгэлийн дүрмийн дагуу (ОУЭА, НҮБ гэх мэт) үйлдвэрлэсэн нэг кВт цахилгаан эрчим хүчний анхдагч эрчим хүчний хэрэглээ нь сэргээгдэх болон цөмийн (0,086 т/1000 кВт.ц, 0,26 т/ц) ялгаатай байна. Салбар ба/эсвэл ангиллын түвшингээс хамааран тухайн салбарын онцлог шинж чанартай бусад төрлийн тайлбарлагч хүчин зүйлсийг авч үзэж болно. Өрхийн бусад хүчин зүйлсийн жишээ нь: амьжиргааны түвшний хүчин зүйл, зан үйлийн хүчин зүйл, түлшийг орлуулах хүчин зүйл эсвэл уур амьсгалын хүчин зүйл юм. Амьжиргааны түвшний хүчин зүйл нь өрхүүд илүү олон тоног төхөөрөмж (жишээ нь, хөргөгч, агааржуулагч) эсвэл том орон сууцтай байх явдал юм. Зан төлөвийн хүчин зүйл нь дулааны ая тухтай байдлын түвшний өөрчлөлтөөс эрчим хүчний зарцуулалтад үзүүлэх нөлөөллийг тусгана (халаалт, агаар хөргөх төхөөрөмжийн хэрэглээ их эсвэл бага). Түлш орлуулах хүчин зүйл нь эцсийн хэрэглээний үр ашиг нь маш өөр эрчим хүчний төрлүүдийн хооронд түлш орлуулах нөлөөллийг харуулдаг. Энэ хүчин зүйл нь уламжлалт түлшийг (мод, хаягдал гэх мэт) орчин үеийн түлшээр солих хөгжиж буй орнуудад онцгой ач холбогдолтой юм. Эцэст нь, цаг уурын хүчин зүйл нь тооцооллын хоёр жилийн хооронд халаах эсвэл хөргөх дундаж температур өөр байсан гэдгийг харуулж байна. Энэ сүүлчийн хүчин зүйл нь үйлчилгээнд бас хамаатай. 2-Р ТАЙЛБАР Хэрэв эрчим хүчний хэрэглээний задралыг уур амьсгалын зөрүүгээр тохируулсан эрчим хүчний хэрэглээний мэдээллээр хийсэн бол уур амьсгалын хүчин зүйл байхгүй болно.  **7.2.3 Үйл ажиллагааны хүчин зүйлийн тооцоолол** Үйл ажиллагааны хүчин зүйл нь тухайн салбарын үйл ажиллагааны өөрчлөлтийн үр нөлөөг илэрхийлдэг. Харгалзан үзэж буй салбар бүрийн хувьд тухайн салбарын (жишээ нь аж үйлдвэр, өрх, тээвэр, үйлчилгээ болон хөдөө аж ахуй) нийт үйл ажиллагааг тусгасан гүйцэтгэлийн үзүүлэлтийг сонгох хэрэгтэй. Энэ нь эдийн засгийн үйл ажиллагааны (жишээ нь аж үйлдвэр, хөдөө аж ахуйн салбарын нэмүү өртөг буюу үйлдвэрлэлийн индекс, үйлчилгээний салбарын нэмэгдсэн өртөг эсвэл ажиллагсдын тоо, тээвэрт зорчигч, ачаа тээвэрлэх, эрчим хүчний салбарын эрчим хүч үйлдвэрлэх) заалт эсвэл хүн ам зүйн үйл ажиллагааны (жишээ нь орон сууц ба/эсвэл гэр ахуйн цахилгаан хэрэгслийн тоо) заалт байж болно *t* болон *t–1* хоорондох Fa салбарын идэвхжилийн коэффициентийг тэдгээрийн хэлбэлзлийг үржүүлэх замаар тооцоолно. Салбарын үзүүлэлтийн утгыг тухайн салбарын эрчим хүчний хэрэглээ болон салбарын үйл ажиллагааны үзүүлэлтийн харьцаагаар тодорхойлдог.  (16)  үүнд  эрчим хүчний нэгжээр салбарын үйл ажиллагааны хүчин зүйл (жишээ нь multiple of Joule, toe or kWh);  *A* салбарын үйл ажиллагааны заалт;  *t* тооцооллын жил;  *t-1* тооцооллын өмнөх жил;  *u* салбарын үзүүлэлтийн утга бөгөөд (17)-р томьёог харна уу:  (17)  үүнд  E салбарын эрчим хүчний зарцуулалт.  1-Р ТАЙЛБАР Хэрэв тооцоолол нь суурь жил болон тооцооны жилийн хооронд байвал *t-1*-ийг суурь жил *0*-ээр сольж болно.  2-Р ТАЙЛБАР Үйл ажиллагааны хүчин зүйлийг мөн ижил төстэй аргаар дэд салбар эсвэл эрчим хүчний хэрэглээний түвшинд тооцоолж болно. Нийт үйл ажиллагааны хүчин зүйлийг үйл ажиллагааны хүчин зүйлсийн нийлбэрээр дэд салбар эсвэл эцсийн хэрэглээгээр тооцож болно. Энэ тохиолдолд бүтцийн үр нөлөө нь нийт үйл ажиллагааны хүчин зүйлд багтсан тул тооцоолох боломжгүй юм. Түүнчлэн, дэд салбар эсвэл эцсийн хэрэглэгч тус бүрд (салбараас хамааран биет үйлдвэрлэл, үйлдвэрлэлийн нэмүү өртөг гэх мэт) өөр өөр гүйцэтгэлийн үзүүлэлтүүдийг ашиглаж болно.  Салбарын үйл ажиллагааны хүчин зүйлийн тооцооллын жишээ С хавсралтад өгөгдсөн.  **7.2.4 Эрчим хүчний хэмнэлтийн хүчин зүйлийн тооцоолол**  Эрчим хүчний зарцуулалтын салбаруудын хувьд эрчим хүчний хэмнэлтийн харьцааг (S) томьёо (18)-д үзүүлсний дагуу нарийвчилсан дэд салбарууд эсвэл эрчим хүчний хэрэглээний түвшинд тооцсон эрчим хүчний хэмнэлтийн нийлбэрээр тооцно.  (18)  үүнд  *j* салбарын эрчим хүчний хэмнэлт, эрчич хүчний нэгж;  *j* салбар доторх *i* дэд салбарын эрчим хүчний хэмнэлт.  Дэд салбарын эрчим хүчний хэмнэлт ISO 17742 стандартад тодорхойлсон шигээр үйл ажиллагааны заалтийн өөрчлөлтийг тодорхой эрчим хүчний зарцуулалт дахь өөрчлөлтөөр үржүүлж гаргадаг.  ЖИШЭЭ Хөргөгчний эрчим хүчний хэмнэлт нь нэг хөргөгчинд ногдох кВт.ц-ийн өөрчлөлтийг хөргөгчний тооноос үржүүлсэнтэй тэнцүү байна.  Эрчим хүчний салбарт дулааны үйлдвэрлэлийн үр ашгийг нэмэгдүүлэх замаар эрчим хүч хэмнэж байна.  1-Р ТАЙЛБАР Эрчим хүчний салбарт эрчим хүчний балансын статистик мэдээнд ашигласан нягтлан бодох бүртгэлийн дүрэм журмын дагуу эрчим хүчний балансын бүтцийн өөрчлөлттэй холбоотой хэмнэлтийн дийлэнх хувийг эзэлж байна. Тиймээс дулааны үйлдвэрлэлд эрчим хүчний үр ашгийг дээшлүүлэх замаар эрчим хүчний хэмнэлтэд оруулахгүй байх нь энэ эрчим хүчний холих нөлөөг салгах нь илүү чухал юм.  2-Р ТАЙЛБАР Мөн 6-р зүйлд оруулсан эрчим хүчний үр ашгийн индекс нь эрчим хүчний зарцуулалтын хоорондын харьцаатай тэнцүү байгааг харгалзан, (19) томьёонд харуулсанчлан салбарын эрчим хүчний үр ашгийн коэффициентийг салбар тус бүрээр нь шууд тооцож болно. (E) t жилд ба эрчим хүчний хэмнэлт (S)гүйгээр болох байсан онолын хэрэглээ.  (19)  where  *j*  салбарын эрчим хүчний хэмнэлт;  *j* салбарын эрчим хүчний зарцуулалт;  *j* салбарын эрчим хүчний үр ашгийн индекс;  *j* нь салбарын нэр, жишээ нь аж үйлдвэр, тээвэр, өрхийн, үйлчилгээ эсвэл хөдөө аж ахуй.  IEE-ийн эрчим хүчний хэмнэлтийн тооцоог эрчим хүчний зарцуулалтын хэмнэлтийн нийлбэртэй яг тэнцүү байхаар IEE-ийн эрчим хүчний үр ашгийн индексийг жинлэх аргыг тодорхойлсон.  **7.2.5 Бүтцийн нөлөөллийн тооцоо**  Бүтцийн нөлөөллийг аж үйлдвэрийн салбар, үйлчилгээ, тээврийн салбарт тооцоолж болно. Аж үйлдвэр, үйлчилгээний салбарт бүх дэд салбарууд салбарын дундажтай ижил хурдацтай өсөөгүй байгаатай тохирч байна. Тээврийн салбарт бүтцийн нөлөөлөл d нь нийт зорчигч, ачаа тээврийн горимд эзлэх хувийн жингийн өөрчлөлттэй тохирч байна (өөрөөр хэлбэл загварын шилжилт).  Бүтцийн нөлөөллийг томьёо (20)-д үзүүлсний дагуу нийт үйл ажиллагааны түвшингээс дэд салбаруудын үйл ажиллагааны түвшний нийлбэрийг хассан зөрүүгээр тооцно.  ) x (20)  үүнд  бүтцийн нөлөө, эрчим хүчний нэгж;  үйл ажиллагааны хүчин зүйл;  A салбар дах сонгогдсон үйл ажиллагааны заалт;  *i* дэд салбарын үйл ажиллагааны заалт;  t тооцооллын жил;  t-1 тооцооллын жилийн өмнөх жил;  салбарын заалтын утга (21)-р томьёог харна уу:  = (21)  үүнд  *t* жилийн *i* дэд салбарын эрчим хүчний зарцуулалт  ТАЙЛБАР 1 Үйл ажиллагааны нөлөөг тооцоолох аргаас хамааран бүтцийн нөлөө оршин тогтнохгүй байж болно (7.2.3-ын 2-Р ТАЙЛБАРААС харна уу)  Салбарын бүтцийн нөлөөллийн тооцооны жишээнүүд C хавсралтад өгөгдсөн  **7.2.6 Бусад хүчин зүйлийн тооцоолол**  Хэрэв байгаа бол бусад хүчин зүйлсийн тооцоолол тухайн салбараас хамаарах бөгөөд C хавсралтад дэлгэрэнгүй тайлбарласан. Эдгээр бусад хүчин зүйлсийн тоо нь өгөгдлийн хүртээмж болон өмнөх хүчин зүйлсийн (үйл ажиллагаа, хэмнэлт болон бүтэц) үндсэн тодорхойлолтоос хамаарна.  **7.3 Эрчим хүчний зарцуулалтын хувиралтын задралд холбогдох бусад асуудлууд**  **7.3.1 Ерөнхий зүйл**  Эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийг тооцоолохын тулд дараах төрлийн тооцоог авч үзнэ:   * хэт үеийн тооцоолол; * сөрөг эрчим хүчний хэмнэлтийн тооцоо.   Тооцооллын чанарт холбогдох бусад асуудлууд нь 6.4 дэх эрчим хүчний үр ашгийн индекст өгөгдсөнтэй адил.  **7.3.2 Хэт үеийн тооцоолол**  (17) болон (24)-р томьёогоор *t–1* болно *t* хоорондох жилийг тооцоолно. *t* жилээс *0*-р суурь жилийн хооронд эрчим хүчний зарцуулалтын задралыг томьёонд *t-1*-ийг *0*-ээр солих замаар шууд хийх, эсвэл өөрчлөлтийг жилээс жилд нэгтгэн дараалсан тооцоогоор хийж болно. Үр дүнгүүд нь адил.  **7.3.3 Эрчим хүчний үр ашгийг сайжруулах заалтийн сөрөг үр дүн**  Эрчим хүчний үр ашгийн индексүүдэд заасны дагуу тухайн дэд салбар эсвэл эрчим хүчний хэрэглээний тодорхой эрчим хүчний зарцуулалтын өсөлт нь эрчим хүчний зарцуулалтыг (жишээ нь эрчим хүчний хэмнэлтгүй/ сөрөг эрчим хүчний хэмнэлт) нэмэгдүүлэхэд хүргэдэг. Ийм өсөлт нь ихэвчлэн 6.3.3-т тайлбарласан шиг аж үйлдвэр болон ачаа тээвэрийн эдийн засгийн уналтын үед ажиглагддаг. Энэ тохиолдолд салбарын түвшинд эрчим хүчний хэмнэлтийг тооцоолох хоёр арга бий:   * бодит хэмнэлттэй дэд салбаруудыг авч үзэх (жишээ нь сөрөг утга); эсвэл * эерэг болон сөрөг хэмнэлттэй дэд салбаруудыг нэмнэ.   Хоёр дахь арга нь эрчим хүчний хэмнэлтийн утгыг багасгана. Эхний сонголт нь техникийн хэмнэлттэй ойролцоо эрчим хүчний хэмнэлтийн тодорхойлолттой тохирч байна. Энэ тохиолдолд эдгээр сөрөг эрчим хүчний хэмнэлтийг тооцохын тулд үлдсэн хүчин зүйлийг нэмэх шаардлагатай.  Тодорхой зарцуулалтын өсөлт нь задралын түвшин хангалтгүй, улмаар бодит хэмнэлтийг бүтцийн нөлөөлөлтэй хольсонтой холбоотой байж болно. Эдгээр бүтцийн нөлөөллийг засах боломжгүй бол бүтцийн нөлөөллийн улмаас хэмнэлт тооцоогүй гэдгийг тодорхой хэлэх хэрэгтэй. Энэ тохиолдолд хожим эерэг болсон ч хадгаламжийг танилцуулахгүй. Энэ нь ихэвчлэн барилгын цахилгаан хэрэгсэлд тохиолддог. | **4.1.3.4 Energy efficiency indices**  Energy efficiency indices are indicators that measure energy efficiency trends. To be relevant, these indicators should be adjusted as much as possible for factors that are not linked to energy efficiency improvements, such as structure effects, but also other factors (e.g. change in equipment ownership, usage or type for households). This is done by calculating these indices at the most disaggregated level as possible to eliminate the most important structure effects.  **4.2 Indicators, methods and applications**  **4.2.1 Indicators**  The methods presented in this document rely on energy efficiency indicators that relate energy consumption to a driver, which is a quantity that is assumed to influence the energy consumption under consideration. The change in the indicator value is used to calculate the total energy savings or changes in energy efficiency (see [Clause 5](#_bookmark23) and the examples in [Annex B](#_bookmark105)).  At an aggregated level, the indicator usually considered to assess energy efficiency is the energy intensity that relates the energy consumption (in GJ, toe, etc) to the GDP (in Euro, $, Yen, etc). The change in the total energy intensity (e.g. in GJ/monetary unit) does not provide a reliable estimate of energy efficiency improvements or energy savings, as it is influenced by developments at sector or subsector level that can deviate from the GDP trend. Therefore, indicators have to be applied at the level of subsectors or even energy uses, such as space heating in dwellings.  The indicators at the lower aggregation level relate energy consumption to an explanatory factor that is responsible for changes in this consumption. In indicator-based methods, energy savings or energy efficiency trends are calculated from changes in indicator values that are defined against the value in the base year (see ISO 17742).  EXAMPLE If in a country the average annual consumption of refrigerators owned by households has decreased from 500 kWh to 400 kWh between 2000 and 2015, i.e. by 20 % (400/500 – 1 × 100), it is considered that energy efficiency improved by 20 % for refrigerators in that country between 2000 and 2015. If the number of refrigerators is equal to 1,5 million in 2015, the amount of energy saved is equal to 1,5 × 106 × 100 kWh or 150 GWh.  This approach, with disaggregation of national energy consumption to a level where meaningful energy efficiency indicators can be defined, is called “top-down”. Known applications are the indicators from the EU database Odyssee[[7](#_bookmark157)], the IEA indicators[[8](#_bookmark158)][[18](#_bookmark168)] or other projects and databases (e.g. WEC[[9](#_bookmark159)], BIEE for Latin American and Caribbean countries[[10](#_bookmark160)], Medener for Mediterranean countries[[11](#_bookmark161)] or APERC for APEC economies[[18](#_bookmark168)]).  As explained in ISO 17742, changes in indicator value can be due to policy measures, technological trends, high energy prices or other factors. Therefore, the calculated savings or energy efficiency improvements concern total savings or total energy efficiency improvements.  Energy efficiency indicators are generally based on statistical data measured at a disaggregated level, e.g. energy consumption and production in subsectors of industry, or total fuel use of cars and the distance driven by the cars.  **4.2.2 Types of data used**  The following types of data are used:   * statistical data; * detailed data from surveys or modelling.   Statistical data include final energy consumption by sector as well as macro-economic or sectoral data, such as GDP, the number of households, employment in services, production by industrial sector (value added or physical production). Depending on the geographic entities (country, region or city) not all aggregated statistical data are available: they are generally available at country level but at regional and, above all, at city levels, macro-economic or sectoral data are not usually readily available.  Statistical data also include other less aggregated socio-economic data, such as number of dwellings per type or floor space in offices, and the results of large surveys, such as on kilometres driven by car, size of dwellings or ownership of appliances.  Detailed data from surveys or modelling are often needed for the calculation of additional energy efficiency indicators for specific end-use, for which regular statistical data are not available (e.g. space heating per m2, litre /100 km for vehicles).  The activity data are first used to calculate the effect of changes in socio-economic activity, as one explanatory factor of the consumption variation, then to calculate the structure effects and, finally, to determine energy efficiency indicators, such as energy intensity (energy consumption per unit of GDP in GJ/Euro) or specific energy consumption (energy consumption per ton of steel, per household, per car, etc.). These indicators are used to decompose the energy consumption into various factors, in particular total savings, and to calculate the energy efficiency indices (see [Clause 6](#_bookmark46)).  **4.2.3 Structure effects**  The energy intensity is generally calculated at a high level of aggregation, generally a sector. Its variation is influenced by the effect of changes in the composition of the economic activity of the sector between the main subsectors, and by other factors, namely energy efficiency as well as all intra-structure effects (e.g. structure effects within each subsector). For example, in chemical industry, a shift between heavy and speciality chemicals is a typical intra-structure effect.  The calculation of energy efficiency indices or the decomposition of energy consumption variation is done at a disaggregated level, which will eliminate some of the structure effects. For example, household indicators can be calculated by end-use (e.g. space heating, hot water use, appliances), each of them with their own driver (e.g. number of dwellings, number of appliances) and are therefore less distorted by structure effects.  However, even at a high disaggregation level, the energy consumption trend can still incorporate the effect of other structure effects that influence the calculation of savings. For example, average energy consumption per dwelling can be influenced by changes in the type of dwellings or the occupancy rate, and by replacement of room heating by central heating. For energy-intensive industries, energy consumption per ton of output can be influenced by the capacity utilization rate. In transport, the consumption per car can be influenced by change in the size of cars, etc.  Therefore, indicators at a lower level of disaggregation can also be corrected for factors that hide energy savings or energy efficiency progress to improve the assessment. For example, energy use for space heating may be corrected for the shift from room heating to central heating, which will lead to extra energy consumption and, possibly, negative energy savings or lower apparent energy efficiency improvement.  Due to restricted data availability it is not always possible to quantify all structure effects. The structure effects that cannot be quantified are often called “hidden structure effects” (see ISO 17742).  **4.2.4 Indicator choice for energy efficiency and energy savings calculation**  The choice of indicators defines what is included in energy savings or energy efficiency. What is not included in energy savings or energy efficiency is then included in the other factors (activity or structure effects).  For example, for automotive energy efficiency, a choice can be made between three alternative indicators (see [B.4.2](#_bookmark119) for more details):   * fuel consumption per person-km by car; * fuel consumption per km driven by car; * annual fuel consumption per car.   The average number of persons per car influences the value of the first indicator. The effect of policy measures aiming at increasing the load factor, such as car-pooling or modal split, is included in the energy savings or energy efficiency improvements, calculated with this first indicator. With the second indicator it is not included. With the third indicator, the savings or efficiency gains due to the reduction in car use (i.e. less km/year) become part of the energy savings or energy efficiency improvements instead of being reported in the activity factor.  To emphasize the importance of choosing appropriate indices, if instead the focus of analysis is on limiting car use (e.g. through a modal shift, encouraging the use of bicycles or public transport), a more appropriate indicator could be fuel use per person-km over all modes of transport (see [C.3.2](#_bookmark142) on modal shift).  In the calculation of explanatory factors or energy efficiency indices, some alternative indicators are proposed to be used (see [Annexes B](#_bookmark105) and [C](#_bookmark129)). However, the user can adapt the method of calculation by deciding which type of indicator best fits his/her definition of energy savings and energy efficiency. Depending on these choices, corrections have to be made for factors that are considered structure effects in that specific case. If the focus is on the evaluation of the impact of policies, then the choice of indicators can be of importance.  In some cases, the choice of alternative indicators not only depends on the focus and the preferred scope for energy savings but also on data availability. For example, for countries without separate data on space heating, an alternative indicator could be used, e.g. consumption of all non-electric energy per dwelling. The use of alternative indicators is justified by the fact that it enables each country to use at least one indicator to assess the energy savings for a given end-use. There is a trade-off with the accurateness of the calculated savings. [Annexes B](#_bookmark105) and [C](#_bookmark129) discuss the various options possible for the selection of indicators.  **4.2.5 Climatic corrections of energy consumption**  For the interpretation of variation in the energy intensity, the calculation of an energy efficiency index or the decomposition of the energy consumption, the indicators used should be adjusted for variations of weather conditions that influence energy consumption. In other words, they should be calculated with climatic corrections (also called “climatic adjustment”). The correction should be done on the space heating and space cooling part of the consumption that is affected by these climatic variations. Climatic corrections are necessary for sectors that consume significant amount of energy for heating or cooling (e.g. mainly residential and service sectors) and for countries with strong weather variations from one year to the other. Once corrected, the energy consumption is measured at reference conditions (also called “at normal climate”). There are several approaches for climate corrections (see [Annex D](#_bookmark154) for the commonly used method).  For the decomposition of the variation in energy consumption, the calculation is usually made on the actual consumption. However, all the factors, in particular energy savings, should be calculated at reference conditions (i.e. at normal climate) and the influence of weather can be included as one explanatory factor.  **5 Evaluation of structure effects in the variation of energy intensity**  **5.1 General**  The value added of industry is one way to measure its activity: this value added is the sum of the value added of different industry subsectors (also called industrial branches). Each of the industry subsectors can be characterized by its energy intensity, i.e. the ratio energy consumption per unit of value added. Depending on the subsector, the energy intensity can vary significantly. For example, at EU level the subsector “primary metals” has an energy intensity 30 times higher than the subsector “equipment” (i.e. machinery, fabricated metals and transport equipment).  If the value added of machinery is growing faster than the average of industry while the value added of primary metals is growing slower, this will lead to an increase of the share of machinery and a decrease of the share of primary metals in the total value added of industry; this is what is commonly called a “structure effect”. Because of the large differences in the energy intensity of these two branches, this structure effect will result in a reduction of the energy intensity of industry, all things being equal.  The method presented in this clause explains how to measure the impact of structural changes in the variation of the energy intensity of a given sector.    **5.2 Calculation methods**  **5.2.1 Introduction to the calculation of structure effect**  The energy intensity value of a sector (e.g. industry, services, all final consumers) relates the energy consumption of the sector to a monetary indicator of activity (e.g. value added for industry or services, GDP for final consumption), as shown in [Formula (1)](#_bookmark26):    where  *e* is the energy intensity value of the sector;  *E* is the energy consumption of the sector;  *Y* is the monetary indicator of activity of the sector, measured at a constant price (e.g. value added);  *t* is the year of calculation.  The energy consumption can be expressed in various energy units, such as Joule, kWh, tonnes of oil equivalent (toe), or Btu. In line with ISO standardization, these figures should as far as possible be converted into Joule, the SI unit for energy consumption, or its multiple (MJ, GJ or PJ). Unit multiples should be chosen to reflect the accuracy of the calculation (e.g. 59,5 GJ/t rather than 59,500,000 kJ/t).  The monetary indicator should be measured at constant prices as defined in the macroeconomic statistics to represent changes in volume (i.e. by removing the effect of inflation), e.g. € 2 005, $ 2 005 or in national currency at constant prices.  The energy intensity, as defined in [Formula (1)](#_bookmark26), can also be written as shown in [Formula (2)](#_bookmark27) to show two components:   * the contribution of subsectors in the activity of the sector (structure component); * the energy intensity of subsectors (energy intensity component).     where  *e* is the energy intensity value of the sector (e.g. industry);  *i* is the subsector;  *Y*i is the monetary indicator of activity of subsector *i* (e.g. value added);  *Y* is the monetary indicator of activity of the sector (e.g. value added of industry);  *Ei*is the energy consumption of subsector *i* (industrial branch, economic sector);  *Yi/Y* is the ratio of the activity of subsector *i* in the activity of the sector = *Ri* (structure component);  *Ei/Yi*is the energy intensity value of subsector *i = ei* (energy intensity component);  The most common method to measure the impact of structural changes in the variation of the energy intensity of a given sector is the Divisia method, which is described below and in [5.2.2](#_bookmark29)[[11](#_bookmark161)].  [Annex A](#_bookmark91) (see [A.1](#_bookmark90)) presents another approach that is simpler to understand and to implement but for which the results are dependent on the choice of the base year. The Divisia method is recommended in this document, as it avoids this shortfall by using a moving reference year. The calculation shown in [Annex A](#_bookmark91) also indicates the definition of the activity indicators to be used for the different subsectors in the case of a calculation for the final energy intensity (e.g. industry, transport, households, services, agriculture) for the assessment of the structure effects for the final energy intensity.  Specific issues related to the calculation of structure effects are described in [5.3](#_bookmark37).    **5.2.2 Decomposition of the energy intensity variation with the Divisia method**  The Divisia method is a well-known method of decomposition, which was initially used for calculating price indices. Its scope has been adapted to the decomposition of energy intensity by decomposing its annual growth rate variation, Gar,tot, into two components)[[12](#_bookmark162)]:   * a structure effect (Gar,str) measuring the annual variation of the energy intensity of the sector due to changes in *Ri* (the ratio of the activity of each subsector *i* in the total activity of the sector), see [Formula (3)](#_bookmark30); * an intensity effect (Gar,int) measuring the annual variation of the energy intensity of the sector due to changes in the energy intensity of each subsector *i (ei)*, see [Formula (4)](#_bookmark31):   = (3)  = (4)  = +  where  is the annual growth rate structure effect;  is the annual growth rate intensity effect;  is the annual growth rate variation;  is the weighting of subsector *i* at year *t*, measured as the share of subsector *i* in the energy consumption of the whole sector at year *t*; there are different alternatives to calculate *wi* that are explained in [5.3.1](#_bookmark38);  *Ri = Yi/Y* is the ratio of the activity of subsector *i* activity in the activity of the sector;  is the energy intensity value of subsector *i*.  To decompose the variation over a period from the base year 0 to the final year *T*, the annual growth rates in [Formulae (3)](#_bookmark30) and [(4)](#_bookmark31) have to be summed up over the period from 0 to T, as shown in [Formulae (5)](#_bookmark33) and [(6)](#_bookmark34):  (5)  (6)  where  is the annual growth rate structure effect;  is the annual growth rate intensity effect;  *0* is the base year;  *T* is the final year.  [Formulae (5)](#_bookmark33) and [(6)](#_bookmark34) can be written in such a way that the decomposition is done on the index of variation and not on the annual growth rate, as shown in [Formulae (7)](#_bookmark35) and [(8)](#_bookmark36):  (7)  (8)  = ˣ /100  where  is the index of variation of the energy intensity of the sector due to changes in the ratio of the activity of subsector *i* in the activity of the sector (*Ri*); is the index of variation of the energy intensity of the sector due to changes in the energy intensity of subsector *i*, (*ei*);  is the index of variation of the energy intensity of the sector between 0 and *T*;  is the base year;  *0* is the final year;  *T* are defined in [Formulae (3)](#_bookmark30) and [(4)](#_bookmark31).  , ,  **5.3 Calculation issues related to structure effects**  **5.3.1 General**  Three main issues related to the calculation of the structure effects are discussed below:   * the different options of calculation of the Divisia method (see [5.3.2](#_bookmark40)); * the level of disaggregation (see [5.3.3](#_bookmark44)); * the calculation over a period with a chained or unchained calculation (see [5.3.4](#_bookmark45)).   **5.3.2 Options of calculation of the Divisia decomposition**  There are different versions of the Divisia method, depending on how to define the weighting of the different subsectors and whether the decomposition is done in an additive or multiplicative form. The two main methods of Divisia decomposition are:   * the arithmetic mean Divisia index (AMDI) method; * the logarithmic mean Divisia index (LMDI) method, the most common of which is referred to as “LMDI1”. * the calculation over a period with a chained or unchained calculation (see 5.3.4).   The AMDI is the simplest approach to implement as the weighting of subsector i at year t is the average weighting of year t and t–1 and is defined as indicated in [Formula (9)](#_bookmark41) (case of the multiplicative form):  (9)  where  is the energy consumption of subsector i at year t;  is the energy consumption of subsector i at year t–1;  is the total energy consumption at year t (sum of subsectors i);  *E* is the energy consumption of the sector.  With LMDI1, the weighting wi used in [Formulae (2)](#_bookmark27) and [(3)](#_bookmark30) is defined as indicated in [Formula (10)](#_bookmark42):  (10)  where  is the energy consumption of subsector *i* at year *t*;  is the energy consumption of subsector *i* at year *t*–1;  is the total energy consumption at year *t* (sum of subsectors *i*);  is the monetary indicator of activity of the sector at year *t*;  is the monetary indicator of activity of the sector at year *t*–1;  L(*a,b*) = is the logarithmic mean proposed by Sato[[17](#_bookmark167)].  LMDI1 gives a perfect decomposition while with AMDI there is still a minor residual. In addition, LMDI1 handles values equal to zero in the data set. For that reason, LMDI1 is the preferred decomposition method.  These two methods can be applied in an additive or multiplicative form. In an additive form, the decomposition is done on the absolute value of the intensity, whereas in the multiplicative form the decomposition is done on the index of variation. For the decomposition of the energy intensity, the multiplicative approach is more common as the objective is to analyse a trend and not the change in the absolute value of the intensity. [Annex A](#_bookmark91) gives an example of a calculation with AMDI and LMDI1 with the multiplicative form.  **5.3.3 Disaggregation level**  Apart from the method of decomposition used, the results of the calculation also depend on the disaggregation level, especially for energy intensive subsectors. The issue is not necessarily to work at a very high level of disaggregation but to make sure that the most important branches in terms of energy consumption are well disaggregated (e.g. in the case of chemicals in industry).  Therefore, when presenting the results, it is important to specify, for industry, at which level of disaggregation the structure effect has been calculated (i.e. 10 or 20 branches) and, for the final energy intensity, if the structure effects include or do not include structural changes within industry.  **5.3.4 Chained or unchained calculation**  In the Divisia method, the calculation is done annually and the total decomposition for a period is obtained by summing up the yearly variations. This is called a “chained calculation”. Its main advantage is to provide the yearly decomposition over a period.  It is always possible to do the same calculation directly over the period by only taking into account the variation between the base year 0 and the final year T. This way of calculating is called the “unchained calculation”. The unchained calculation is less precise and has a higher residue, however, the differences between the chained and unchained calculation are usually not so significant and depend on the exact version of the Divisia method (no difference with LMDI).  The main disadvantage of the unchained calculation is that it does not provide for the intermediate calculation. On the other hand, if the necessary data are only available for two years, only a calculation over a period can be done. Therefore, the choice between the two calculations depends on the objective of the decomposition and on the data availability.  **6 Calculation of energy efficiency indices**  **6.1 Objective and overview of calculation**  Energy efficiency is usually calculated by subsector or energy use from the reduction in specific energy consumption (see [4.2.1](#_bookmark17)). In the household sector, there are various energy uses, such as space heating, cooling, water heating and cooking, with different energy efficiency trends. The objective of developing an energy efficiency index (IEE) at sector level is to summarize all these trends by end-use in a single energy efficiency index[[15](#_bookmark165)]. Energy efficiency indices can be defined at the level of all sectors (industry, transport, households, services and agriculture) and at the level of the whole economy (i.e. all final  consumers). Beyond measuring the rate of energy efficiency improvements, this index can also be used to calculate energy savings which will be one of the components measured in the decomposition analysis of consumption variation.  For each sector, the index is calculated as a weighted average of sub-sectoral indices of energy efficiency progress. Subsectors are industrial or service sector branches, energy uses for households, or transport modes.  The sub-sectoral indices are calculated from variations of specific energy consumption indicators, measured in physical units and selected so as to provide the best proxy of energy efficiency progress, from a policy evaluation viewpoint. The fact that indices are used enables different units to be combined for a given sector, e.g. for households: kWh/appliance, MJ/m2, GJ/dwelling, or in transport: MJ/pkm, litres/100 km.  The weighting used to get the composite index is the share of each subsector in the total energy consumption of the sector considered in the calculation.  An energy efficiency index equal to 90 means a 10 % energy efficiency gain from the base year.  Energy efficiency indices represent a better proxy for assessing energy efficiency trends at an aggregate level (e.g. overall economy, industry, transport, households, services and agriculture) than energy intensity, as they rely on physical indicators and exclude the main structure effects.  Energy efficiency indices for a sector or subsector can be useful. However, users should be aware that improvement in an index may not indicate an overall improvement. Users can check if the factors leading to the improvement in one sector’s index do not have offsetting or other effects in other sectors.  **6.2 General calculation**  **6.2.1 General**  This clause describes the steps to calculate the energy efficiency index. Data collection and parameters are considered in [Annex B](#_bookmark105).  The calculation steps are as follows:   * Step 1: selection of subsectors or energy uses to be included in the index (see [6.2.2](#_bookmark48)); * Step 2: choice of indicators (see [6.2.3](#_bookmark49)); * Step 3: calculation of indicator values (see [6.2.4](#_bookmark51)); * Step 4: calculation of indicator trends (see [6.2.5](#_bookmark53)); * Step 5: calculation of weighting factors (see [6.2.6](#_bookmark55)); * Step 6: calculation of energy efficiency indices by sector (see [6.2.7](#_bookmark58)); * Step 7: calculation of overall energy efficiency index (see [6.2.8](#_bookmark62)).   Other issues related to the calculation of the energy efficiency indices are described in [6.3](#_bookmark63).  **6.2.2 Step 1: Selection of subsectors or energy uses**  For each sector (i.e. industry, transport, households, services, agriculture), a list of subsectors should be identified for which energy efficiency is to be calculated. Subsectors can be energy uses, such as space heating (in the case of households), modes of transport (in the case of transport), industrial branches (in the case of industry and services, and possibly agriculture). [Annex B](#_bookmark105) proposes a typical breakdown that can be considered in the different sectors.  **6.2.3 Step 2: Choice of indicators**  For each subsector or energy using system, energy efficiency improvement is measured from the reduction in specific consumption. Two types of indicators of specific consumption can be used (referred to as type A or B in ISO 17742) that are defined per year:   * specific energy consumption at subsector level relates energy consumption to physical quantities over a year, such as production, production index (or value added at constant price if production index is not available), traffic (e.g. GJ/tonne of steel for the iron and steel sector, or MJ/ton-km for the transport of goods): indicator type A; * specific energy consumption for energy using systems relates the annual energy consumption for specific systems to the average number or size of systems over a year (e.g. GJ/dwelling, kWh/ refrigerator or litre per car or GJ/m2 of building floor space): indicator type B.   To calculate the indicators, the energy consumption per subsector or targeted end-use is related to a driver that depends on the type of indicator.  All the necessary definitions of each type of indicator are given in [Annex B](#_bookmark105) for the different sectors (industry, transport, households, services and agriculture).  **6.2.4 Step 3: Calculation of indicator values**  Indicators of specific energy consumption are calculated at the level of detailed subsector according to [Formula (11)](#_bookmark52), where the energy consumption is divided by the driver indicator of activity of the sector for the year *t*:  (11)  where  is the indicator value for subsector *i*;  is the energy consumption of subsector *i*; it should be weather adjusted (normalized) for indicators related to space heating and space cooling;  is the indicator of activity of subsector *i*;  *t* is the year of calculation.  **6.2.5 Step 4: Calculation of indicator trends as index**  The indicators of specific energy consumption are expressed in different units so as to always select the best proxy of energy efficiency. As the energy efficiency progress can be measured in different physical units (e.g. kWh/appliance, toe/m2), they need to be converted into an index to be aggregated, as shown in [Formula (12)](#_bookmark54). The base year is usually the first year for which the index is calculated (e.g. 2000).    where  is the index of indicator of subsector *i* at year *t*;  . is the indicator value of subsector *i* at year *t* or *0*;  *t* is the year of calculation;  *0* is the base year.  **6.2.6 Step 5: Calculation of weighting factors**  The index for a sector (e.g. industry, transport, households) is calculated as a weighted average of the specific consumption index of each subsector or end-use, as calculated in the previous step with a weighting based on the relative consumption of each subsector shown in [Formula (13)](#_bookmark56):    where  *i* is the subsector;  is the weighting of subsector *i* at year *t*;  is the energy consumption of subsector *i* (weather adjusted for heating or space cooling);  *E* is the energy consumption of the sector (weather adjusted for households and services);  *t* is the year of calculation.  EXAMPLE Considering two subsectors with a share of the consumption of 60 % and 40 %, respectively, in the base year and a change in the unit consumption from 100 to 85 for the first subsector and 100 to 97,5 for the second, the weighted average index is 0,6 × (85/100) + 0,4 × (97,5/100) = 90.  **6.2.7 Step 6: Calculation of energy efficiency indices by sector**  The energy efficiency index of a sector IEE (i.e. industry, transport, households, services or agriculture) is calculated by weighting the indices of variation of each indicator by subsector. The mode of calculation of this weighted index has been carefully defined so as to enable a calculation of energy savings from the IEE variation in a way that is totally equivalent to the calculation, based on the variation of specific consumption in top-down methods as described in ISO 17742.  The calculation is made by year instead of having a fixed base year, i.e. as a chained calculation. The formula used to define the variation of the weighted IEE between *t–1* and *t* is given in [Formula (14)](#_bookmark59):  (14)  where  is the energy efficiency index of the sector;  is the index of indicator of subsector *i*;  *i* is the subsector;  is the weighting of subsector *i* at year *t* (i.e. share of the subsector *i* in energy consumption of the sector);  t is the year of calculation;  *t*–1 is the year before the year of calculation.  The value of the energy efficiency index at year *t* is then derived from the value at the previous year by reversing the calculation, as shown in [Formula (15)](#_bookmark60):  (15)  The index can then be set at 100 for a reference year and successive values are then derived for each year *t* by the value of the energy efficiency index at year *t*–1 multiplied by :      where  is the energy efficiency index expressed in base 100;  *0* is the base year;  *t* is the year of calculation.  **6.2.8 Step 7: Calculation of an overall energy efficiency index**  The energy efficiency index for all final energy sectors is calculated as a weighted average of the energy efficiency indices of the five end-use sectors: industry, transport, households, services and agriculture, using [Formula (15)](#_bookmark60). The weighting is the proportion of the energy consumption of each of these sectors in the final energy consumption for energy uses.  **6.3 Computational issues in the calculation of the energy efficiency indices**  **6.3.1 General**  Two main computational issues are linked to the calculation of the energy efficiency indices:   * options for calculations; * accounting for negative energy efficiency trends.   **6.3.2 Options for calculation**  **6.3.2.1 Base year versus previous year**  Two alternative reference years can be used to measure the energy efficiency progress at year t: a fixed base year or a moving reference year (year *t–1*).  The calculation used in [Formula (15)](#_bookmark60) is based on a moving base year, which means that energy efficiency gains are measured in relation to the previous year. Therefore, *IEE* cumulates the incremental energy efficiency improvements from one year to the other.  In the fixed base year approach, all variations in unit consumption are measured in relation to a fixed base year. In other words, energy efficiency progress is measured compared to the situation of that base year (i.e. the energy performance of that year). The variation of the index is obtained by weighting the gains of each sector between the base year *0* and *t*. The drawback of the fixed base year approach is that the results are influenced by the situation in the reference year.  **6.3.2.2 Smoothed indicator values**  Annual indicator values sometimes show large fluctuations. Such fluctuations can be linked to various factors, e.g. imperfect climatic corrections (especially with warm winters), behavioural factors, the influence of business cycles and the imperfection of statistics (especially for the last year of calculation as data are often provisional and can be later revised).  Such fluctuations reflected in the energy efficiency indices are difficult to understand as energy efficiency progress should normally change smoothly (incremental technical change).  To reduce the fluctuations, it is recommended to calculate IEE as a three-years-moving average. The value used for year *t* is the average of *t–1*, t and *t+1*. This method is traditionally used in statistics. When publishing results for the index, it should be clarified if the energy efficiency index is calculated as a moving average value.  NOTE 1 The method traditionally used in statistics to calculate the three-years-moving average is to take for year t the average of t–1, t and t+1. However, for the last year, the average can only be based on two years (t and t–1). Using years t–2, t–1 and t, as used officially in the Netherlands, would avoid this simplification for the last year, but it, however, always underestimates the gains achieved.  NOTE 2 Weighted values can be used to give greater emphasis on more recent data, e.g. using [3It + 2I(t–1) + I(t–2)]/6 for the index I over the most recent and two preceding time periods. This approach can be used, for example, when it is known that there is a rapid uptake of a new technology in recent years.  **6.3.3 Indicators resulting in negative energy efficiency improvement**  A decrease in the specific energy consumption indicators indicates that energy efficiency has been improving. However, in some cases, the observed indicator trend shows an increase, resulting in negative energy efficiency improvement.  This increase in the specific consumption can be due to an inefficient use of the equipment, as is often observed during economic recessions. This is particularly true in industry or transport of goods. For example, in industry in a period of recession, the energy consumption does not decrease proportionally to the activity as the efficiency of most the equipment drops, as they are not used to their full capacity, and, in addition, part of this consumption is independent of the production level. In that case, the technical energy efficiency does not decrease as such, as the equipment is still the same, but it is used less efficiently. It is therefore suggested to separate the technical energy efficiency improvement from the observed (or apparent) energy efficiency improvement. The apparent energy efficiency index can be replaced by a technical energy efficiency index, by considering that, if the specific consumption for a given subsector increases, its value will be kept constant in the calculation of the technical index.  The increase in specific consumption can also be due to an insufficient level of disaggregation, thereby mixing real savings with structure effects. If it is not possible to correct for these structure effects, it should be clearly stated that no energy efficiency progress has been calculated due to these hidden structure effects. This is often the case for electrical appliances in buildings.  When publishing the results of the index, it should be clarified if it measures the apparent or technical energy efficiency improvement and what energy uses could have been removed for the calculation because of hidden structural changes.  **6.4 Reliability of energy efficiency indices**  **6.4.1 General**  In order to calculate energy efficiency as the ratio between an input of energy and an output, both need to be clearly defined and be measurable. The quality of the calculated figures can be rated by determining the uncertainty margin for the resulting figures, as done in Reference [[13](#_bookmark163)]. In that study, a margin for the indicator value is calculated through a standard formula that combines the error margins in the energy and activity data, used to calculate the indicator value. The margin for the change in the indicator value is determined through another standard formula that converts the margins in two indicator values into a margin for the difference.  However, this analysis is rarely done due to the complexity of the procedure. Therefore, this document does not provide guidelines for a quantitative rating of the quality of the energy efficiency index.  A preferred practice would be to rate the quality of the energy efficiency index, based on its calculation method. According to Reference [[16](#_bookmark166)], the following factors define the quality of results:   * the status of data sources (see [6.4.2](#_bookmark68)); * the relevance of the selected indicators (see [6.4.3](#_bookmark69)); * the length of period for which energy efficiency is calculated (see [6.4.4](#_bookmark70)).   Therefore, an assessment of the quality of the energy efficiency indices should incorporate a full description of data sources, each with a quality assessment, the rationale for the indicators used, and the length of the period.  It should be noted that as the energy efficiency index is calculated at the level of sectors from various indicators, the margin of error for the index is lower than that for the separate indicators: the positive and negative errors in the index calculation from individual indicators will compensate each other, provided that the indicator changes are independent of each other.  **6.4.2 Status of data sources**  The status of data sources can be divided into official statistical data, data based on comprehensive surveys, and data from small surveys and expert estimates. However, official data are not always more reliable than surveys conducted by other organizations. Important factors to be taken into account in evaluating the data quality are the following.   * How comprehensive are the data sets? * If based on a statistical sample, is the sample representative of the whole country? * What are the confidence levels for the statistics? * How consistent is the collection or definition of statistical data over time? * Have there been disruptions or changes in methods or definition? * How consistent are the series values over time? * Do they contain unexplained values?   All data should be retained for documentation purposes and the sources of all data documented in any reports.  **6.4.3 Appropriateness of the indicator**  The appropriateness of the indicator defines whether a change in indicator value represents energy efficiency.  NOTE The user has to consider carefully what indicators best characterize energy efficiency because the choice is often determined by the chosen definition of energy service level and/or by the choice of system boundaries.  Often the change is influenced by hidden structure effects (see [4.2.3](#_bookmark19)). However, these structure effects may either be signals of energy efficiency or noise in the measurement, depending on the definition of efficiency. The higher these hidden structure effects (or the greater the extent of disagreement or uncertainty over whether the structure effects are signal or noise), the less accurate is the calculation of energy efficiency improvements. Therefore, the users of this method may perform an analysis of possible hidden structure effects for each indicator[[14](#_bookmark164)]. However, even if they can be identified in a qualitative way, the data needed to quantify them are often missing.  **6.4.4 Length of period**  The value of the energy efficiency index for one year is relatively unreliable because its change compared to the previous year is often in its range of uncertainty margin (e.g. around 0,5 % to 1 %). However, for a period of 10 years, the energy efficiency index value will be higher, while the uncertainty margin is still about the same, thus leading to a higher reliability.  **7 Decomposition analysis of energy consumption variation**  **7.1 Objective and overview of calculation**  The main objective of the decomposition analysis of the energy consumption is to show the various types of explanatory factors that explain the energy consumption variation over a given period.  In particular, it shows the relative contribution of the two main factors on the energy consumption changes: an activity factor and an energy savings factor. “Energy savings” refers to the consumption reduction coming from efficiency improvements at the level of the different subsectors and energy uses.  A third factor, a structure factor, will be considered in several sectors, but its definition will be sector specific. In industry and services, it corresponds to the changes in the contribution of each subsector in the total activity of the sector. In transport, it corresponds to modal shift. In the power sector, it corresponds to changes in the power mix. Finally, for households, specific factors explaining the consumption variation can be measured, such as living standards and behavioural factors, or a fuel substitution factor. The method can be applied at the level of the different end-use sectors (industry, transport, households, services and agriculture), at the level of the total final energy consumption, and finally at the level of the primary energy consumption. In each case, what will change are the different explanatory factors.  **7.2 General calculation 7.2.1 General** This subclause describes the calculation steps of the decomposition. Data collection and parameters are considered in Annex C. The calculation steps are as follows: — Step 1: definition of explanatory factors (see 7.2.2); — Step 2: calculation of the activity factor (see 7.2.3); — Step 3: calculation of the energy savings factor (see 7.2.4); — Step 4: calculation of structure effects (see 7.2.5); — Step 5: calculation of other factors (see 7.2.6). Other issues related to the calculation of the decomposition of energy consumption variations are described in 7.3.  **7.2.2 Definition of explanatory factors** The main objective of the decomposition analysis of energy consumption variation is to show the relative contribution of different explanatory factors. All factors, as well as the energy consumption variation, are expressed in energy units (i.e. multiple of Joule, toe or kWh). The first factor is the activity factor. It assesses the impact on the energy consumption variation of changes in the economic activity. For households, it measures the impact of demography, and in transport the effect of traffic variation. In periods of high economic growth (or of economic recession), this factor is usually the most important one to explain the growth (or decrease) in energy consumption. The second factor is the energy savings factor coming from efficiency improvements at the level of the different subsectors and energy uses. The energy savings factor is negative as it contributes to a decrease in energy consumption. The third factor to be considered is that, within each sector, the variation in activity is not the same for all subsectors, which leads to structural changes that can impact consumption. This third factor, called the “structure effect”, will be especially important if the structure changes between subsectors with a very different specific consumption (e.g. between cars and public transport for passenger transport, between steel and equipment in industry). These structure effects can be calculated in industry, transport, services and in the power sector. For households, as explained above, there are also some structure changes, for which, however, the quantification needs data that are not commonly available.  NOTE 1 A change in the power mix between renewables, nuclear or thermal energy can also be considered as a structure effect. Indeed, according to the international accounting rules in the energy balance (e.g. IEA, UN), the primary energy consumption per kWh of electricity produced is quite different between renewables and nuclear (0,086 toe/1 000 kWh for renewables, 0,26 toe/1 000 kWh for nuclear, and between 0,15 and 0,25 toe/1000 kWh for thermal). Depending on the sector and/or level of disaggregation, other types of explanatory factors can be considered that are sector specific. Examples of other factors for households are: living standard factor, behavioural factors, fuel substitution factor or climate factor. The living standard factor will reflect the fact that households have more equipment (e.g. refrigerators, air conditioners) or larger dwellings. The behavioural factor will reflect the impact on energy consumption of changes in the level of thermal comfort (higher or lower use of heating or air-cooling equipment). The fuel substitution factor shows the impact of fuel substitutions between types of energy with very different end-use efficiency. This factor is particularly important in developing countries with the substitution for cooking of traditional fuels (e.g. wood, wastes) with modern fuels [e.g. liquefied petroleum gas (LPG), kerosene, electricity]. Finally, the climate factor reflects the fact that the average temperature for heating or cooling was different between the two years of calculations. This last factor is also relevant in services. NOTE 2 If the decomposition of energy consumption is done with the energy consumption data adjusted for climate difference, the climate factor does not exist.  **7.2.3 Calculation of the activity factor** The activity factor captures the effect of changes in the activity of the sector. For each sector considered (e.g. industry, households, transport, services and agriculture), an indicator of activity should be selected reflecting the whole activity of the sector. It can be an indicator of economic activity (e.g. value added or index of production in industry and agriculture, value added or number of employees in services, traffic for passenger and goods in transport, power generation for the power sector) or an indicator of demographic activity (e.g. number of dwellings and/or appliances for households). The activity factor of a sector Fa between t and t–1 is calculated by multiplying the variation of the driver quantity between *t–1* and t by the indicator value for the sector of the previous year (*t–1*), as shown in Formula (16). The indicator value of the sector is defined as the ratio between the energy consumption of the sector and the activity indicator of the sector.  (16)  where  is the activity factor of a sector, in energy units (i.e. multiple of Joule, toe or kWh);  *A* is the indicator of activity of the sector;  *t* is the year of calculation;  *t-1* is the year before the year of calculation;  *u* is the indicator value of the sector, see [Formula (17)](#_bookmark78):  (17)  where  E is the energy consumption of the sector.  NOTE 1 *t–1* can be replaced by a base year 0 if the calculation is done between the base year and the year of calculation.  NOTE 2 An activity factor can also be calculated in the same way at the level of a subsector or energy use. The total activity factor can then be calculated as the sum of the activity factors by subsector or end-use. In that case, no structure effect can be calculated as it is included in the total activity factor. In addition, a different indicator of activity can be used for each subsector or end-use (e.g. physical production and value added in industry depending on the industrial branch).  Examples of calculation of activity factor by sector are given in [Annex C](#_bookmark129).  **7.2.4 Calculation of the energy savings factor**  For the energy use sectors, the energy savings (S) factor is calculated as the sum of energy savings calculated at the level of detailed subsectors or energy uses, as shown in [Formula (18)](#_bookmark80):  (18)  where  is the energy savings of sector *j*, in energy units;  is the energy savings of subsector *i* within sector *j*.  The energy savings by subsector are obtained by multiplying the variation in specific energy consumption by an indicator of activity, as described in ISO 17742.  EXAMPLE Energy savings for refrigerators are equal to the variation in kWh per refrigerator multiplied by the number of refrigerators.  For the power sector, energy savings are derived from the improvement in the efficiency of thermal power generation.  NOTE 1 In the power sector, most of the savings come from a change in the power mix due to accounting rules used in the energy balance statistics. Therefore, it is more relevant to separate this power mix effect and not to include it with the energy savings coming from energy efficiency improvements in thermal generation.  NOTE 2 The energy saving factors by sector can also be calculated directly from the sector’s energy efficiency index, as shown in [Formula (19)](#_bookmark81), taking into account that the energy efficiency index introduced in [Clause 6](#_bookmark46) is also equal to the ratio between the energy consumption (E) at year t and a theoretical consumption that would have happened without energy savings (S).  (19)  where  is the energy savings of sector *j*;  is the energy consumption of sector *j*;  is the energy efficiency index of sector *j*;  *j* is the sector name, i.e. industry, transport, households, services or agriculture.  The weighting method of the energy efficiency indices IEE has been defined in such a way that the calculation of energy savings from IEE is strictly equal to the sum of energy savings by energy use.    **7.2.5 Calculation of structure effects**  Structure effects can be calculated in the industry sector, in services and in transport. In industry and services, they correspond to the fact that all subsectors do not grow at the same rate as the average of the sector. In transport, structure effects correspond *d* to changes in the share of transport mode in the total traffic of passenger and goods (i.e. modal shift).  The structure effect is calculated as the difference between the total activity factor minus the sum of activity factors by subsector, as shown in [Formula (20)](#_bookmark84):  ) x (20)  where  is the structure effects, in energy units;  is the activity factor;  A is the indicator of activity selected for the sector;  is the indicator of activity of subsector *i*;  t is the year of calculation;  t-1 is the year before the year of calculation;  is the indicator value of the sector, see [Formula (21)](#_bookmark85):  = (21)  where is the energy consumption of subsector *i* at year *t*.  NOTE 1 The structure effect may not exist depending on the way the activity effect is calculated (see NOTE 2 in [7.2.3](#_bookmark75)).  Examples of the calculation of structure effects by sector are given in [Annex C](#_bookmark129).  **7.2.6 Calculation of other factors**  The calculation of the other factors, if any, depends on the sector and is explained further in [Annex C](#_bookmark129). The number of these other factors depends on the data availability and the underlying definition of the previous factors (activity, savings and structure).  **7.3 Other issues related to the decomposition of the energy consumption variation**  **7.3.1 General**  For the calculation of the decomposition of the energy consumption variation, the following types of computation can be considered:   * calculation over a period; * accounting for negative energy savings.   All issues related to the quality of the calculation are similar to those given for the energy efficiency indices in [6.4](#_bookmark66).  **7.3.2 Calculation over a period**  The calculations indicated in [Formulae (17)](#_bookmark78) and [(21)](#_bookmark85) are done between the years *t–1* and *t*. The decomposition of the energy consumption between year t and a base year 0 can either be done directly, by replacing *t–1* by *0* in the formulae, or as a chained calculation, by summing the variations year by year over the period. The results are the same.  **7.3.3 Indicators resulting in negative energy efficiency improvement**  As indicated for the energy efficiency indices, an increase in the specific energy consumption indicators in a given subsector or energy use will result in an increase of the energy consumption (i.e. negative energy savings). Such an increase is often observed during an economic recession in industry and freight transport, as explained in [6.3.3](#_bookmark65). In that case, there are two options to calculate the energy savings at the sector level:   * consider subsectors with real savings (i.e. negative value); or * add subsectors with positive and negative savings.   The second approach will lower the value of energy savings. The first option corresponds to a definition of energy savings that is close to technical savings. In that case, a residual factor has to be added to account for these negative energy savings.  The increase in specific consumption can also be due to an insufficient level of disaggregation, thereby mixing real savings with structure effects. If it is not possible to correct for these structure effects, it should be clearly stated that no savings have been calculated due to structure effects. In that case, no savings will be presented, even if they become positive in a later period. This is often the case for electrical appliances in buildings. |

|  |  |
| --- | --- |
| **A хавсралт**  (мэдээллийн)  **Бүтцийн нөлөөллийн тооцоо**  **A.1 Тогтмол бүтэц дэх эрчим хүчний эрчимжилтийн энгийн тооцоолол**  **A.1.1 Ерөнхий зүйл**  Эрчим хүчний эрчимжилтэд бүтцийн нөлөөллийн нөлөөллийг үнэлэх энгийн арга бол тогтмол бүтэц дэх эрчим хүчний эрчимжилтийг тооцоолох юм, жишээл нь бүх салбар бүхэлдээ (жишээ нь аж үйлдвэрийн салбарын нийт нэмүү өртөг эсвэл эцсийн эрчмийн ДНБ-ээр хэмжигддэг) салбарын үйл ажиллагаатай ижил түвшинд өсөхөд гарах онолын эрчмимжилтийг тооцоолох. Дараа нь тогтмол бүтэц дэх эрчим хүчний эрчимжилтийн өөрчлөлтийг ажиглагдаж буй эрчимжилтийн өөрчлөлттэй харьцуулах замаар бүтцийн өөрчлөлтийн үр нөлөөг зөрүүгээр тооцоолж болно. Энэ аргыг "Ласпейрес болон Паашен арга" гэж нэрлэж болно, учир нь энэ нь суурь жил болон тухайн жилийн утгыг нэгтгэж, Ласпейрес болон Паашегийн үнийн тооцооны аргад үндэслэн тохируулсан байдаг. 5.2-т тайлбарласны дагуу энэ аргыг хэрэгжүүлэхэд хялбар боловч Дивизиа/Divisia/ аргаас бага нарийвчлалтай үр дүнг өгдөг.  Энэ аргад тооцооллын хоёр үндсэн алхамуудтай:   * өөрчлөгдөшгүй суурь жилийн тогтмол бүтэцтэй эрчим хүчний эрчимжилтийн онолын утгын тооцоолол; * бүтцийн нөлөөллийн тооцоолол.   Тогтмол бүтэц дэх эрчим хүчний эрчимжилтийг дэд салбарын бүтэц (Rj) суурь жилээс өөрчлөгдөөгүй гэж үзэж, (А.1)-р томьёонд үзүүлсэн дэд салбаруудын эрчим хүчний эрчимжилтийн бодит өөрчлөлтийг (ej) харгалзан тооцно:  (A.1)  үүнд  тогтмол бүтэц дэх салбарын эрчимжилтийн онолын утга;  0 суурь жил;  t тооцооллын жил;  *i* дэд салбарын үйл ажиллагааны валютын заалт(жишээ нь *i* аж үйлдвэрийн салбарын нэмүү өртөг);  *Y* нийт салбарын үйл ажиллагааны валютын заалт (жишээ нь үйлдвэрийн нэмүү өртөг);  *i* дэд салбарын эцсийн эрчим хүчний зарцуулалт.  Тогтмол бүтэц дэх эрчим хүчний эрчимжилтийн өөрчлөлтийг бодит эрчимжилтийн өөрчлөлттэй харьцуулах нь бүтцийн үр нөлөөллийн өөрчлөлтөөр хэмжигддэг.  Бүтцийн өөрчлөлтийн улмаас 0 жилээс t жилийн хоорондох жилийн дундаж эрчимжилтийн жилийн дундаж хэлбэлзлийг (A.2) томьёонд үзүүлэв  (A.2)  үүнд  бүтцийн өөрчлөлтөөс шалтгаалсан бүрэлдэхүүнт эрчимжилтийн жилд %-аар жилийн дундаж өөрчлөлт *0*-ээс *t* хоорондын хэлбэлзэл;  нь жилийн 0-ээс t-ын хоорондох нийлмэл дундаж эрчимжилтийн хэлбэлзэл, жилд %;  0-ээс t-ын хооронд тогтмол бүтэцтэй байх үеийн эрчмийн нийлмэл дундаж жилийн өөрчлөлт, жилд %.  Нэгдлийн жилийн өсөлтийн хурдыг (A.3)-р томьёонд үзүүлсний дагуу тооцоолно. Жилийн нийлмэл өсөлтийн хурдыг томьёо (A.3)-д үзүүлсний дагуу тооцоолно:  (A.3)  **A.1.2 Аж үйлдвэрийн энгийн тооцоолол**  Аж үйлдвэрийн эрчим хүчний эрчимжилт нь тухайн салбарын эрчим хүчний зарцуулалтыг тогтмол үнээр хэмжсэн салбарын нэмүү өртөгтэй (A.4) томьёогоор холбогдоно. Үүнтэй төстэй эрчим хүчний эрчимжилтийг зөвхөн боловсруулах аж үйлдвэрлэлийн салбарт л тодорхойлж болох бөгөөд боловсруулах үйлдвэрлэлийг уул уурхай, барилга байгууламжаас хассан аж үйлдвэр гэж тодорхойлдог. Энэ дэд зүйлд заасан бүх тооцооллыг зөвхөн аж үйлдвэр эсвэл үйлдвэрлэлийн түвшинд ижил аргаар хэрэглэж болно.  Энгийнээр хэлэхэд энэ дэд зүйл нь зөвхөн "аж үйлдвэр"-т хамаарна.  (A.4)  үүнд  аж үйлдвэрийн эрчимжилтийн утга;  аж үйлдвэрийн эрчим хүчний зарцуулалт;  аж үйлдвэрийн нэмүү өртөг;  *t* тооцооллын жил.  Бүтцийн өөрчлөлт болон эрчимжилтийн өөрчлөлтийн нөлөөг харуулахын тулд (A.4) томьёонд тодорхойлсон мөн эрчим хүчний эрчимжилтийг томьёо (A.5)-д харуулсны дагуу бичиж болно.  (A.5)  үүнд  аж үйлдвэрийн эрчимжилтийн утга;  *i* аж үйлдвэрийн салбарын эрчим хүчний зарцуулалт;  *i* аж үйлдвэрийн салбарын нэмүү өртөг;  */ i* (эрчим хүчний эрчимжилтийн бүрэлдэхүүн хэсэг) аж үйлдвэрийн салбарын эрчим хүчний эрчимжилт;  */* аж үйлдвэрийн салбарын i нийт нэмүү өртөгт эзлэх хувь (бүтцийн бүрдэл хэсэг) .  А.1-р зурагд аж үйлдвэрийн салбарын эрчимжилтийн чиг хандлага, бүтцийн өөрчлөлтийн жишээг үзүүлэв. Энэ нь ЕХ-ны хувьд 2007 оноос хойш аж үйлдвэрлэлийн (тус тус 0,9 %/жил болон 1,8 %/жил) эрчим хүчний эрчимжүүлэлтийн бууралт нь аж үйлдвэрийн үйлдвэрлэлийн хэмжээнээс хоёр дахин их байгааг харуулж байна. Энэ чиг хандлагыг бүтцийн нөлөөгөөр голчлон тайлбарладаг: барилгын салбарын (-2007-2013 оны хооронд нэмүү өртгийн хувьд 3,3 %/жил) огцом уналт, аж үйлдвэрийн нийт нэмүү өртөгт (2007 онд 64 %-аас 2013 онд 66%-д хүрчээ) аж үйлдвэрийн эрчим хүч их зарцуулдаг болох боловсруулах үйлдвэрлэлийн эзлэх хувь нэмэгдэж байна. A.1-р зургийг харна уу. | **Annex A**  (informative)  **Calculation of structure effects**  **A.1 Simple calculation of an energy intensity at constant structure**  **A.1.1 General**  The simpler approach to assess the influence of structure effects on the energy intensity is to calculate an energy intensity at constant structure, i.e. a theoretical intensity that would result if all sectors were growing at the same rate as the activity of the whole sector (as measured, for example, by the total value added of industry for industry, or the GDP for the final intensity). Then, by comparing the variation of the energy intensity at constant structure with that of the observed intensity, the effect of structural changes can be calculated by difference. This method can be referred as the “Laspeyres Paasche method” as it combines values at base year and current year and is adapted from the calculation of the Laspeyres Paasche price calculation method. As explained in [5.2](#_bookmark25), although this method is simpler to implement, it provides less accurate results than the Divisia method.  In this method, there are two main steps of calculation:   * calculation of a theoretical value of the energy intensity at constant structure of a fixed base year; * calculation of the structure effect.   The energy intensity at constant structure is calculated by assuming that the structure by subsector (Rj) remains unchanged from the base year and by considering the actual variation in energy intensity of subsectors (ej), as shown in [Formula (A.1)](#_bookmark92):  (A.1)  where  is the theoretical intensity value of the sector at a constant structure;  0 is the base year;  t is the year of calculation;  is the monetary indicator of the activity of subsector *i* (e.g. value added of industrial branch *i*);  *Y* is the monetary indicator of the activity of the whole sector (e.g. value added of industry);  is the final energy consumption of subsector *i*.  Comparing the variation of the energy intensity at constant structure with that of the actual intensity measures, by difference, the structure effect.  The average annual variation of the intensity between year 0 and t due to structural changes is given in [Formula (A.2)](#_bookmark93):  (A.2)  where  is the compound average annual intensity variation between 0 and *t* due to structural changes, in % per year;  is the compound average annual intensity variation between 0 and *t*, in % per year;  is the compound average annual variation of the intensity at a constant structure between 0 and *t*, in % per year.  The compound annual growth rate should be calculated as shown in [Formula (A.3)](#_bookmark94):  (A.3)  **A.1.2 Simple calculation for industry**  The energy intensity of industry relates the energy consumption of industry to the value added of industry measured at constant price, as shown by [Formula (A.4)](#_bookmark96). A similar energy intensity can be defined for the manufacturing industry only, with the manufacturing industry being defined as industry minus mining and construction. All the calculations in this subclause can be applied in the same way at the level of industry or manufacturing industry alone. For simplicity, this subclause refers to just “industry”.  (A.4)  where  is the intensity value of industry;  is the energy consumption of industry;  is the value added of industry;  *t* is the year of calculation.  The energy intensity, as defined in [Formula (A.4)](#_bookmark96), can also be written as shown in [Formula (A.5)](#_bookmark97) to show the effect of structural changes and intensity changes:  (A.5)  where  is the intensity value of industry;  is the energy consumption of industrial branch *i*;  is the value added of industrial branch *i*;  */* is the energy intensity of industrial branch *i* (energy intensity component);  */* is the share of industrial branch *i* in total value added (structural component).  [Figure A.1](file:///C:\Users\DELL\Desktop\Amarjargal\2023%20он\ISO\ISO%20standard\Амаржаргал\MNS%20ISO%2050049\ISO%2050049;2020%20ed.1%20-%20id.68581%20Publication%20PDF%20(en).docx#_bookmark98) provides an example of intensity trends and structural changes in industry. It shows that, for the EU, the reduction of the energy intensity of industry since 2007 was at twice the rate of that of manufacturing (respectively, 0,9 %/year and 1,8 %/year). This trend is mainly explained by a structure effect: the strong recession in construction (–3,3 %/year between 2007 and 2013 for the value added) and the increasing share of manufacturing, the energy intensive part of industry in the total value added of industry (from 64 % in 2007 to 66 % in 2013). See [Figure A.1](file:///C:\Users\DELL\Desktop\Amarjargal\2023%20он\ISO\ISO%20standard\Амаржаргал\MNS%20ISO%2050049\ISO%2050049;2020%20ed.1%20-%20id.68581%20Publication%20PDF%20(en).docx#_bookmark98). |

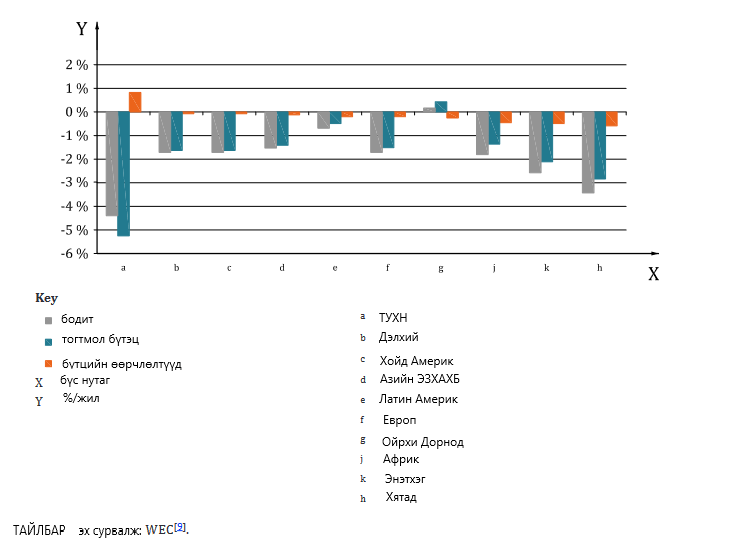


**A.1-р зураг –2015 оны 9 сарын байдлаар аж үйлдвэр дэх ерөнхий чиглэл болон бодлогын эрчим хүчний эрчимжилт**

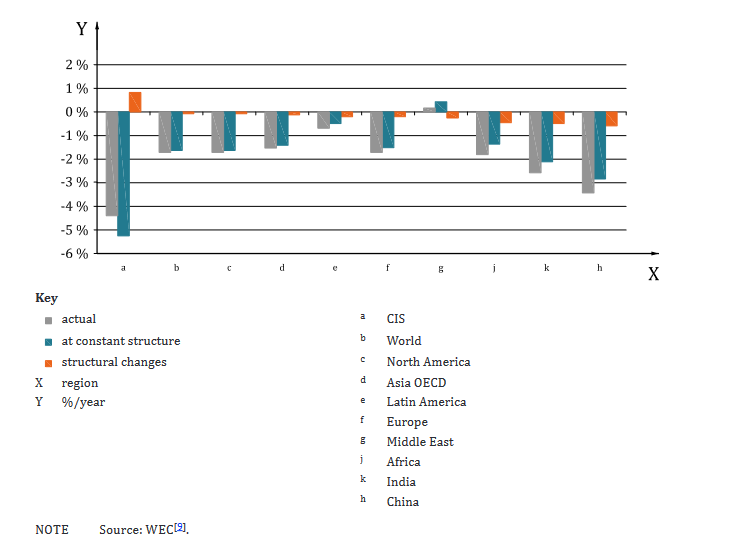


**Figure A.1 – Energy efficiency trends and policies in industry, September 2015**

|  |  |
| --- | --- |
| ТАЙЛБАР Бүтцийн нөлөөлөл нь тогтмол бүтэц дэх эрчим хүчний эрчимжилт болон эрчимжилтийн өөрчлөлтийн ялгаа (ажиглагдсан) юм. Энэ нөлөө их байх тусам хоёр эрчмимжилтийн хоорондох ялгаа их байх болно.  **A.1.3 Эрчим хүчний эцсийн эрчимжилтийн энгийн тооцоолол**  Эрчим хүчний эцсийн эрчимжилт нь (А.6)-р томьёонд харуулсан тогтмол үнээр илэрхийлэгдсэн ДНБ-ий эрчим хүчний эцсийн зарцуулалттай холбоотой. Эцсийн эрчим хүчний зарцуулалт нь зөвхөн эрчим хүчний зарцуулалттай тохирч, эрчим хүчний бус хэрэглээг ашиглахгүй байх ёстой.  Тооцооллыг D хавсралтад тайлбарласны дагуу хэвийн цаг агаарын нөхцөлд эцсийн зарцуулалт, тухайлбал цаг агаарын тохируулга хийх замаар тооцоолсон нь дээр.  (A.6)  үүнд  *e* эцсийн эрчим хүчний эрчимжилтийн утга;  эрчим хүчний зарцуулалт;  ДНБ;  *t* тооцооллын жил.  Тогтмол бүтэцтэй бүтцийн өөрчлөлт болон эрчимжилтийн өөрчлөлтийн нөлөөг харуулахын тулд (A.6)-р томьёонд тодорхойлсон эцсийн эрчим хүчний эрчимжилтийг мөн (A.7)-р томьёонд үзүүлснээр бичиж болно.  (A.7)  үүнд  таван салбарын (аж үйлдвэр, тээвэр, орон сууц, үйлчилгээний болон хөдөө аж ахуй) эцсийн эрчим хүчний зарцуулалт бүрийн эрчим хүчний зарцуулалт;  таван салбарын эцсийн эрчим хүчний зарцуулалт бүрийн валютын хөдөлгөөнийг дараах байдлаар илэрхийлнэ.   * ДНБ-д хувь нэмэр оруулдаг үйлдвэрлэгч салбар болох аж үйлдвэр, үйлчилгээ болон хөдөө аж ахуйн салбарын үйл ажиллагааг нэмүү өртгөөр нь хэмждэг; * орон сууцны салбарын хувьд уг үйл ажиллагааг өрхийн эцсийн зарцуулалтын зардлаар хэмжиж болох бөгөөд үүнийг "өрхийн хувийн зарцуулалт" гэж нэрлэдэг бөгөөд энэ нь аливаа улсын ДНБ-ний зардлын гол бүрэлдэхүүн хэсэг болох өрхийн бараа болон үйлчилгээний нийт зарлагатай тохирно; * тээвэрийн хувьд үйл ажиллагааг ДНБ-ээр хэмждэг, учир нь тээвэрийн эдийн засгийн бүх салбараас гадна өрх бүрдүүлдэг.   дээр тодорхойлсон салбаруудын эрчим хүчний эрчимжилт (эрчим хүчний эрчимжилтийн бүрэлдэхүүн хэсэг);  Y бүтцийн бүрэлдэхүүн хэсэг *Ri*; Энэ нь дээр тэмдэглэсний адилаар салбар тус бүрээр тодорхойлно.  Хэрэв зорилго нь эдийн засгийн үндсэн салбар болон аж үйлдвэрийн салбар хоорондын бүтцийн өөрчлөлтийн үр нөлөөг хослуулах бол (А.7)-р томьёонд заасан аж үйлдвэрийн эрчмимжилтийг тогтмол бүтцээр тооцсон аж үйлдвэрийн онолын эрчимжилтээр (А.1.2-д тооцсоны адилаар тооцсон) орлуулах хэрэгтэй.  Дэлхийн өөр өөр бүс нутгийн хувьд тогтмол бүтэцтэй эцсийн эрчим хүчний эрчимжилтийн тооцооллын аргыг ашиглах жишээг A.2-р зурагд үзүүлсэн. Үүнд эцсийн эрчимжилт нь тогтмол бүтэц дэх эрчимжилтээс илүү хурдан буурч байгаа гурван бүс нутгийг (Африк, Энэтхэг болон Хятад) харуулсан. Энэ нь эрчим хүчний эрчимжилтийн бууралтын нэг хэсэг болох ДНБ-д эрчим хүч бага зарцуулдаг үйлчилгээний салбарын эзлэх хувь нэмэгдсэнтэй холбоотой гэсэн үг юм. Гэсэн хэдий ч ТУХН-д бүтцийн нөлөөлөл нь эцсийн эрчим хүчний эрчимжилтийг нэмэгдүүлэхэд хувь нэмэр оруулсан.  ТАЙЛБАР ТУХН бол Тусгаар улсуудын хамтын нөхөрлөл юм. Үүнд: Азербайжан, Армени, Беларусь, Гүрж, Казахстан, Киргиз, Молдав, Орос, Тажикистан, Туркменистан, Узбекистан, Украин. | NOTE The structure effect is the difference in the variations of the (observed) energy intensity and of the intensity at constant structure. The greater this effect, the wider the gap between these two intensities.  **A.1.3 Simple calculation for final energy intensity**  The final energy intensity relates the final energy consumption to the GDP expressed at constant prices, as shown by [Formula (A.6)](file:///C:\Users\DELL\Desktop\Amarjargal\2023%20он\ISO\ISO%20standard\Амаржаргал\MNS%20ISO%2050049\ISO%2050049;2020%20ed.1%20-%20id.68581%20Publication%20PDF%20(en).docx#_bookmark99). The final energy consumption should correspond to energy uses only and exclude non-energy uses. The calculation should preferably be done with a final consumption at normal climate, i.e. with climatic corrections, as explained in [Annex D](file:///C:\Users\DELL\Desktop\Amarjargal\2023%20он\ISO\ISO%20standard\Амаржаргал\MNS%20ISO%2050049\ISO%2050049;2020%20ed.1%20-%20id.68581%20Publication%20PDF%20(en).docx#_bookmark154).  (A.6)  where  *e* is the final energy intensity value;  is the final energy consumption;  is the GDP;  *t* is the year of calculation.  The final energy intensity, as defined in [Formula (A.6)](#_bookmark99), can also be written as shown in [Formula (A.7)](#_bookmark100) to show the effect of structural changes and intensity changes with a constant structure:  (A.7)  where  is the energy consumption of each of the five final energy consumption sectors (industry, transport, residential, services and agriculture);  represents the monetary activity of each of the five final energy consumption sectors, as follows:   * for industry, services and agriculture, which are the productive sectors that contribute to GDP, their activity is measured by their value added; * for the residential sector, the activity can be measured by the household final consumption expenditure, also called “private consumption of households”, which corresponds to the total expenditures of households in goods and services and is the main component of the GDP expenditure in a country; * for transport, the activity is measured by GDP, as transport is generated by all economic sectors as well as by households;   is the energy intensity of each sector as defined above (energy intensity component);  Y is the structural component, *Ri*; it is defined for each sector as indicated above.  If the purpose is to combine the effects of structural changes between main economic sectors and within industry as well, the intensity of industry in [Formula (A.7)](#_bookmark100) should be replaced by a theoretical intensity of industry calculated at constant structure (as calculated in [A.1.2](#_bookmark95)).  [Figure A.2](#_bookmark101) provides an example of an application of the method of calculation of the final energy intensity at constant structure for different regions of the world. It shows that in three regions (Africa, India and China), the final intensity decreased faster than the intensity at constant structure. This means that part of the energy intensity decrease was due to an increasing share of services, the less energy intensive sector in the GDP. In CIS, however, structure effects contributed to increase the final energy intensity.  NOTE CIS is the Commonwealth of Independent States: Azerbaijan, Armenia, Belarus, Georgia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Moldova, Russia, Tajikistan, Turkmenistan, Uzbekistan and Ukraine. |

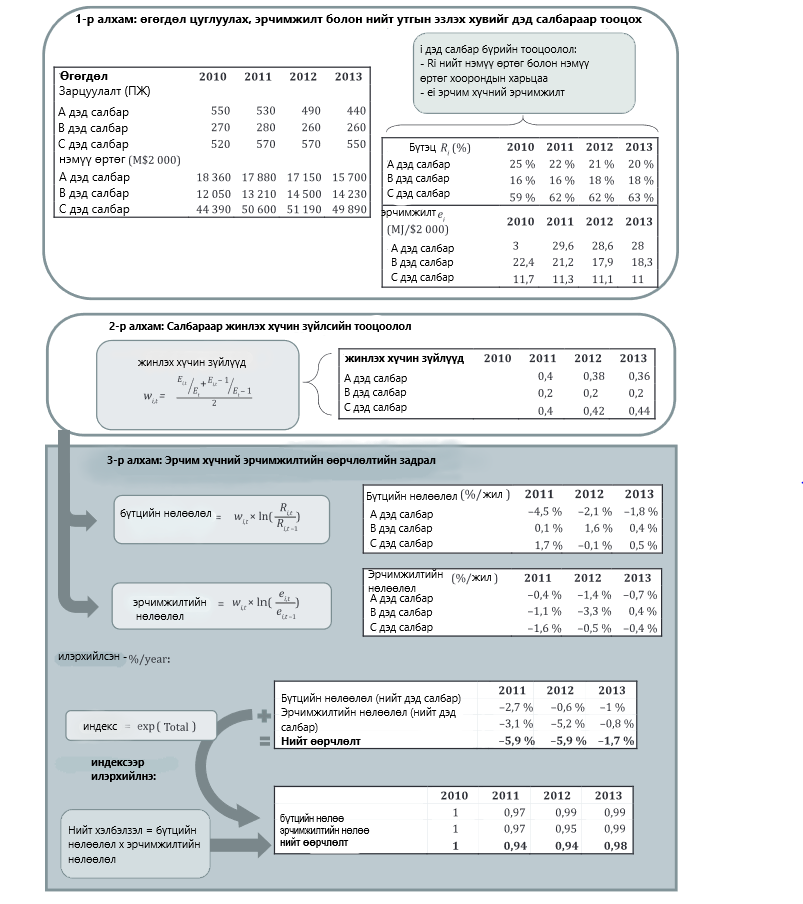


**A.2-р зураг — ДНБ-ний бүтцийн өөрчлөлтөд эцсийн эрчим хүчний эрчимжилтийн (2000-оос 2014 он) үзүүлэх нөлөө**

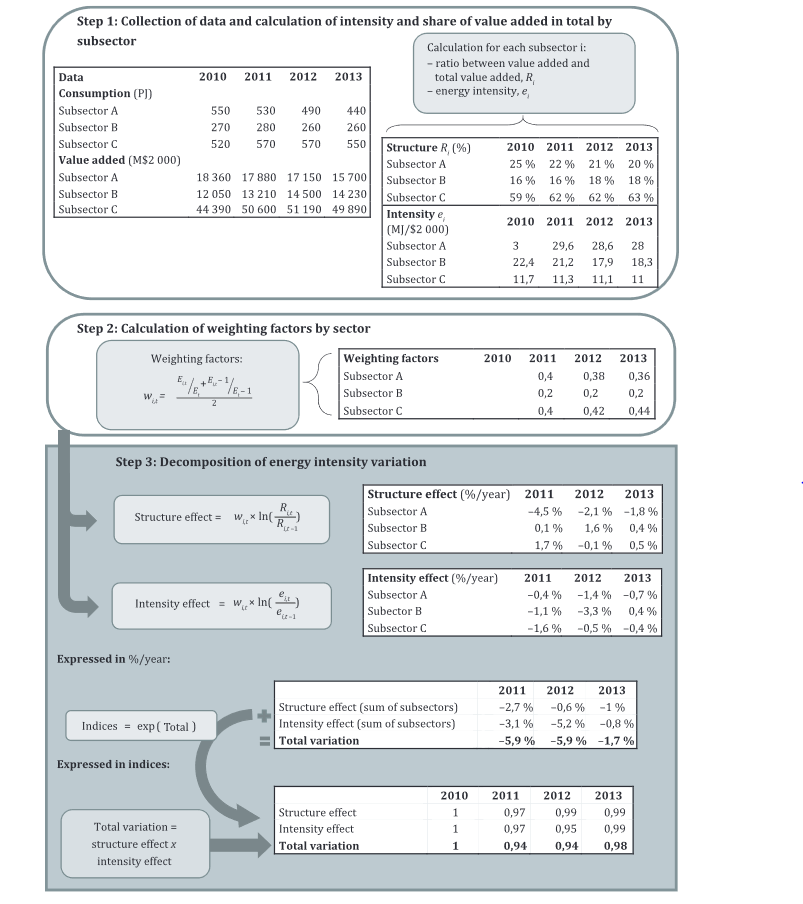


**Figur****e A.2 — Impact of structural changes in GDP on the final energy intensity trend (2000 to 2014)**

|  |  |
| --- | --- |
| **A.2 Дивизиа задаргааны тооцооллын жишээ**  5.3.1-д тайлбарласны дагуу бүтэц, эрчимжилтийн нөлөөлөл болон бүтцийн нөлөөллийг тооцоолохдоо өөр өөр дэд салбаруудыг хэрхэн жинлэхээс хамааран Divisia аргын хоёр үндсэн хувилбар байдаг [5.2.2 болон (3) болон (4)-р томьёог харна уу].   * AMDI аргад *t wi,t*жилийн *i* дэд салбарын жинлэлт нь *t* болон *t-1* жилийн дундаж жинлэлт юм:      * LMDI1 аргад *t* жилийн *i* дэд салбарын жинлэлтийг дараах байдлаар тооцно:     үүнд  *t* жилийн *i* дэд салбарын эрчим хүчний зарцуулалт;  *t –1* жилийн *i* дэд салбарын эрчим хүчний зарцуулалт;  *t* жилийн нийт эрчим хүчний зарцуулалт (*i* дэд салбарын нийлбэр);  *t* жилийн нийт салбарын үйл ажиллагааны валютын заалт, жишээ нь нэмүү өртөг.  А.3-р зурагд гурван дэд салбар бүхий зохиомол тохиолдолд AMDI Дивизиа аргаар тооцоолох янз бүрийн үе шатуудын жишээг үзүүлэв. | **A.2 Example of a calculation of Divisia decomposition**  As explained in [5.3.1](#_bookmark38), there are two main versions of the Divisia method, depending on the weighting method of the different subsectors in the calculation of the structure and intensity effects [see [5.2.2](#_bookmark29) and [Formulae (3)](#_bookmark30) and [(4)](#_bookmark31)]:   * in the AMDI method, the weighting of subsector *i* at year *t wi,t* is the average weighting of year *t* and *t–1*:      * in the LMDI1 method, the weighting of subsector *i* at year t is calculated as:     where  is the energy consumption of subsector i at year *t*;  is the energy consumption of subsector *i* at year *t –1*;  is the total energy consumption at year *t* (sum of subsectors *i*);  is the monetary indicator of activity of the whole sector at year *t*, e.g. value added.  [Figure A.3](#_bookmark102) provides an example of the various steps of calculation with the AMDI Divisia method in a fictitious case with three subsectors. |

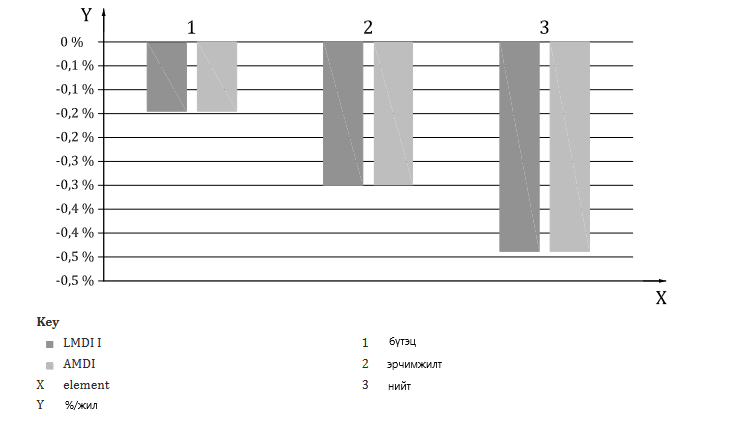
****

**A.3-р зураг – AMDI Дивизиа аргатай бүтцийн нөлөөллийн тооцоолол**

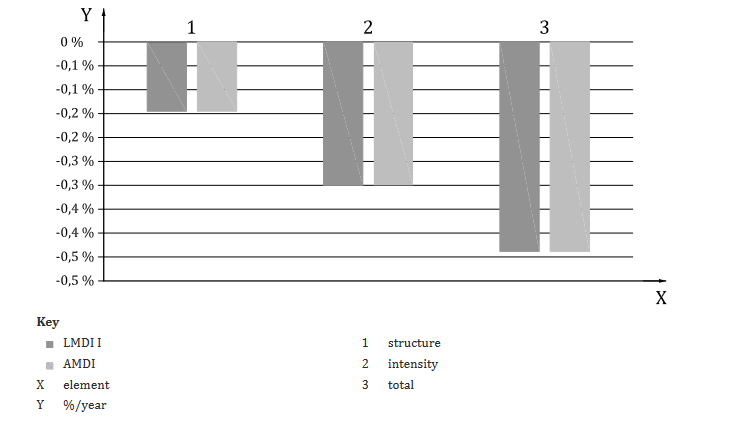
****

**Figure A.3 – Calculation of structure effect with the AMDI Divisia method**

|  |  |
| --- | --- |
| Тооцооллын алхмууд нь ижил төсөөтэй байдаг LMDI1 арга. Цор ганц өөрчлөлт нь жинлэх хүчин зүйлийн томьёо нь хоёр аргын хооронд ялгаатай байна.  AMDI арга нь үлдэгдэл үүсгэдэг, харин LMDI1-ийн хувьд задаргаа нь үлдэгдэлгүйгээр явагддаг тул эрчим хүчний эрчимжилтийн нийт хэлбэлзэл нь үр нөлөөний нийлбэртэй яг тэнцүү биш юм. Гэсэн хэдий ч, A.4-р зурагны жишээнд үзүүлснээр үлдэгдэл нь ихэвчлэн бага байдаг бөгөөд хоёр арга нь бараг ижил үр дүнг өгдөг. Therefore, it is recommended to use the AMDI method, which is simpler to implement and to present. Тиймээс хэрэгжүүлэх, танилцуулахад хялбар AMDI аргыг ашиглахыг зөвлөж байна. | For the LMDI1 method, the steps of calculation are identical. The only change is that the formula of the weighting factors is different between the two methods.  The total variation of energy intensity is not strictly equal to the sum of effects because the AMDI method generates a residual, while, with LMDI1, the decomposition is made without residues. However, as shown in the example in [Figure A.4](#_bookmark103), the residue is generally negligible and the two methods give almost the same results. Therefore, it is recommended to use the AMDI method, which is simpler to implement and to present. |

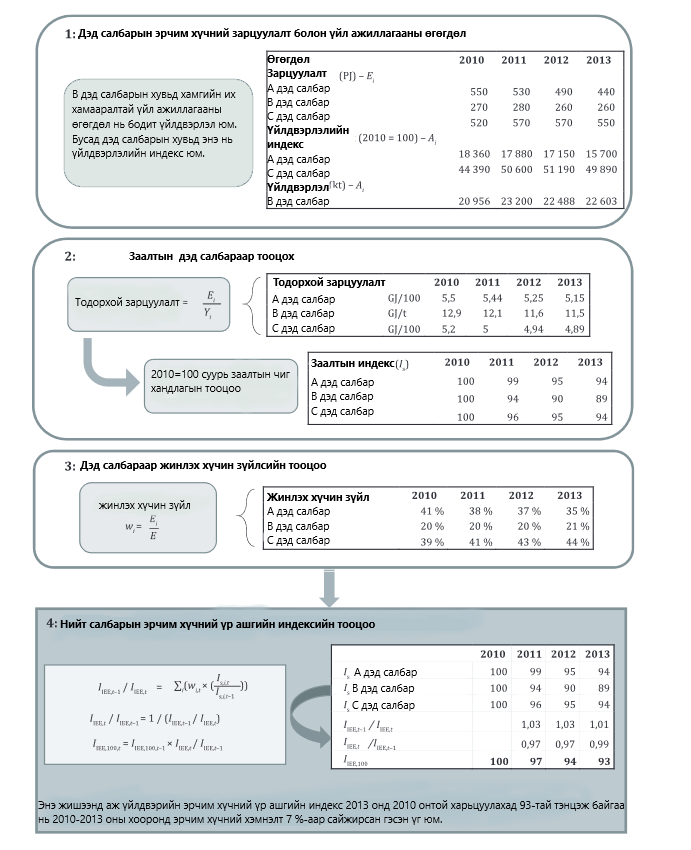
****

**A.4-р зураг - Эрчим хүчний эрчимжилтийн өөрчлөлтийн задаргаа — LMDI1 болон AMDI хоорондын харьцуулалт**

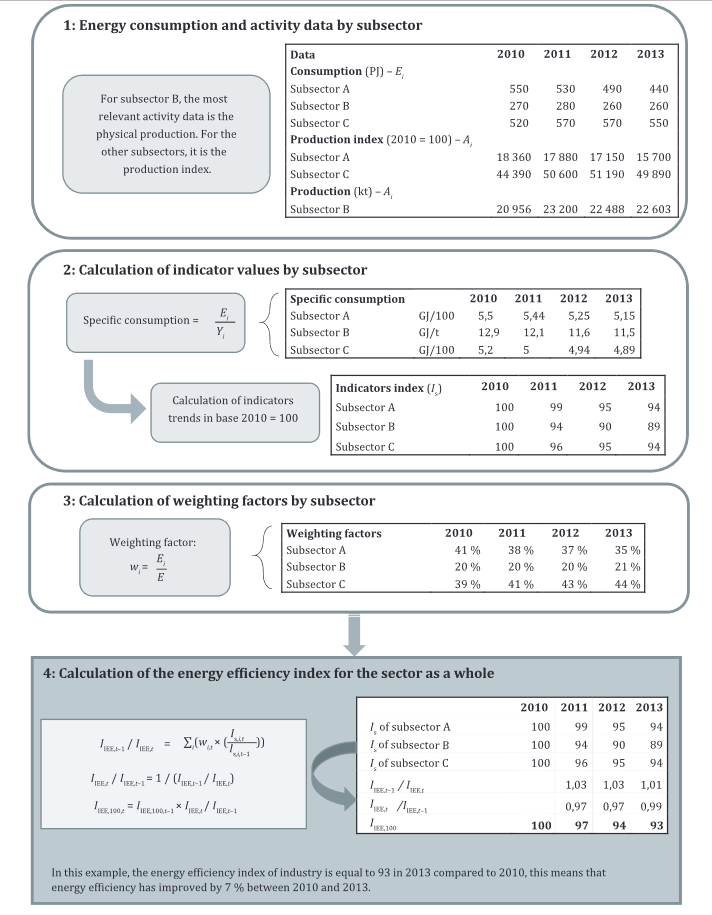
****

**Figure a.4 - Decomposition of the energy intensity variation — Comparison between LMDI1 and AMDI**

|  |  |
| --- | --- |
| **B хавсралт**  (мэдээллийн)  **Эрчим хүчний үр ашгийн заалтуудын жишээ**  **B.1 Ерөнхий зүйл**  Эрчим хүчний үр ашгийн индексийг (IEE) тооцоолохдоо эрчим хүчний үр ашгийн заалтуудыг ашигладаг. Тооцооллын ерөнхий аргыг ашиглах боломжийг тодорхойлохын тулд аливаа салбарт ашиглахыг санал болгож буй эрчим хүчний үр ашгийн заалтүүдийн тоймыг өгсөн болно. Эдгээр заалтуудыг ODEX[7][15] гэж нэрлэдэг Европын эрчим хүчний үр ашгийн индексийг тооцоолоходоо эрчим хүчний заалтүүдийн тухай Одиссей төслөөс авсан бөгөөд бусад байгууллагуудад (жишээ нь, ОУЭА) мөн ашигладаг.  Энэ салбаруудад аж үйлдвэр (B.2-ыг харна уу), тээвэр (B.3-ыг харна уу) болон орон сууц (өрхийн) хамарна. Хөдөө аж ахуй, ойн аж ахуй болон загасны аж ахуй нь эрчим хүчний хэрэглээний хувьд ерөнхийдөө жижиг салбарыг бүрдүүлдэг тул агуулаагүй. Эрчим хүчний өөрчлөлт (төвийн эрчим хүч, дулааны үйлдвэрлэл болон боловсруулах үйлдвэр) энд хамаарахгүй.  **B.2 Аж үйлдвэр**  **B.2.1 Дэд салбарын сонголт**  Аж үйлдвэрт дэд салбаруудыг сонгохдоо (1-р алхам) эрчим хүчний зарцуулалт болон үйл ажиллагааны заалтыг аль алиныг нь авах боломжтой бөгөөд тохирохуйц байдлаар тодорхойлсон аж үйлдвэрийн хэлтэсүүдийг сонгохоос бүрдэнэ. Хэлтэсүүдийн жагсаалт нь ихэвчлэн Аж үйлдвэрийн Ангиллын Олон улсын Атандартыг (АҮАОУС) дагаж мөрддөг. Энэ тохиолдолд тохирох өгөгдөл болон тэдгээрийн үйлдвэрлэлийн нийт үйл ажиллагаа, эрчим хүчний зарцуулалтад ямар ач холбогдол өгч байгаагаас хамааран тэдгээрийг ойролцоогоор 10-аас 15 хэлтэсд бүлэглэх байдлаар сонголтыг хийнэ.  Аж үйлдвэрийн зарим хэлтэс ялангуяа эрчим хүчний эрчимжилттэй дэд салбаруудын хувьд тэдгээрийн үйл ажиллагааг бодит үр дүнгээр тодорхойлох боломжтой. Эрчим хүчний эрчимжилттэй нийтлэг хэлтэсүүдэд ган, цемент, целлюлоз, цаас зэрэг тооцогдох бөгөөд тэдгээрийн үйлдвэрлэл нь боловсруулаагүй ган, цемент, цаасыг тонноор нь үйлдвэрлэх юм. Өгөгдөл байгаа үед авч үзэх боломжтой бусад эрчим хүчний эрчимжилттэй хэлтэсүүд бол сахар, хөнгөн цагаан, зэс, бордоо, этилен, шил гэх мэт орно.  Бусад салбаруудад үйлдвэрлэлийн хэмжээ маш төрөлжсөн байдаг тул үйл ажиллагааны энэ заалт нь биет үйлдвэрлэлд хуваагдсан түвшинд үндэслэдэг учир үйлдвэрлэлийн индексээр илэрхийлдэг.  **B.2.2 Эрчим хүчний эрчимжилттэй аж үйлдвэрүүдийн заалт**  Эдгээр эрчим хүчний эрчимжилттэй хэлтэсүүдийн хувьд тодорхой эрчим хүчний зарцуулалтыг (B.1)-р томьёонд үзүүлсний дагуу тооцоолно:  (B.1)  үүнд  эрчим хүчний эрчимжилттэй х бүтээгдэхүүний тодорхой эрчим хүчний зарцуулалтын заалтийн утга;  х бүтээглэхүүний нийт эрчим хүчний зарцуулалт;  эрчим хүчний эрчимжилттэй х бүтээгдэхүүний үйлдвэрлэл.  Үйлдвэрлэлийг физик нэгжээр хэмждэг (жишээ нь Мт, кт).  1-Р ТАЙЛБАР Үйлдвэрлэлийн үзүүлэлтийн хүчин зүйлийг нэвтрүүлэх замаар үйлдвэрлэлийн хүчин чадлын ашиглалтын өөрчлөлтийн үр нөлөөг авч үзэхийн тулд залруулга агуулж болно. Энэ коэффициент нь хүчин чадлын ашиглалтын хувь хэмжээ багатай үед эрчим хүчний хэрэглээний тогтвортой хэсэг илүү их хэмжээгээр тооцогдож, тоног төхөөрөмжийн үр ашиг бага байгааг илтгэнэ. Энэ коэффициентийг ямар ч статистик мэдээллээс олох боломжгүй бөгөөд тооцоолсон болно. Ийм учраас үүнийг Odyssee үр ашгийн индекст тооцдоггүй.  2-Р ТАЙЛБАР Бүтээгдэхүүн эсвэл үйл ажиллагааны төрлөөр нь нэмэлт задаргааг авч үзэж болно (жишээ нь цементийн үйлдвэрт зориулсан клинкер болон цементийн хоорондох үндсэн хүчилтөрөгч болон цахилгаан нуман зуухнаас гаргаж авсан ганыг ялгах). Энэхүү нэмэлт задаргааны шийдвэр нь өгөгдөл бэлэн эсэхээс хамаарна.  **B.2.3 Бусад аж үйлдвэрийн хэлтэсийн заалт**  Бусад хэлтэсүүдийн хувьд тодорхой эрчим хүчний зарцуулалтыг (B.2)-р томьёонд үзүүлсний дагуу тооцоолно:  (B.2)  үүнд  аж үйлдвэрийн х дэд салбарын тодорхой эрчим хүчний зарцуулалтын заалтийн утга;  х дэд салбарын эрчим хүчний хэрэглээ, тухайн салбарт хамаарах эрчим хүч ихтэй бүтээгдэхүүний хэрэглээг хассан; жишээ нь “металл бус ашигт малтмал” гэж нэрлэгдэх салбарын хувьд цементийн үйлдвэрлэлийн зарцуулалтыг хассан нийт салбарын зарцуулалт юм;  үйлдвэрлэлийн индексийн хэмжсэн х дэд салбарын үйлдвэрлэл.  **B.2.4 Эрчим хүчний үр ашгийн индексийн тооцооллын жишээ**  B.1-р зурагд гурван дэд салбар бүхий зохиомол тохиолдолд эрчим хүчний үр ашгийн индексийг тооцоолох дөрвөн алхамын жишээг үзүүлэв.   * 1-р алхам: эрчим хүчний зарцуулалт болон үйл ажиллагааны мэдээллийг дэд салбараар цуглуулах; * 2-р алхам: дэд салбарын заалтийн утгуулын тооцоолол; * 3-р алхам: дэд салбарын weighting factors-ын тооцоолол; * 4-р алхам: calculation of the energy efficiency index for the sector as a whole. | **Annex B**  (informative)  **Examples of energy efficiency indicators**  **B.1 General**  The calculation of the energy efficiency index (IEE) makes use of energy efficiency indicators. In order to highlight the application possibilities of the general calculation method, an overview is provided of the recommended energy efficiency indicators to be used in the various sectors. These indicators originate from the Odyssee project on energy indicators for the calculation of the European energy efficiency index, called ODEX[[7](#_bookmark157)][[15](#_bookmark165)], and are also used by other organizations (e.g. IEA).  The sectors covered are industry (see [B.2](#_bookmark106)), transport (see [B.3](#_bookmark111)) and residential (households) (see [B.4](#_bookmark118)). Agriculture, forestry and fishery are not included as they generally constitute small sectors in terms of energy use. Energy transformation (central power and heat generation, refineries) is not covered here.  **B.2 Industry**  **B.2.1 Selection of subsectors**  In industry, the selection of subsectors (Step 1) consists of a selection of industrial branches for which both the energy consumption and an indicator of activity is available and defined in a consistent manner. The list of branches usually follows the International Standard of Industrial Classification (ISIC). In that case, the selection should be done so as to group them into around 10 to 15 branches, depending on the data available and their importance in the total industrial activity and energy consumption.  For some of the industrial branches, mostly in energy intensive subsectors, it is possible to characterize their level of activity with a physical output. The usual energy intensive branches considered are steel, cement, and pulp and paper, for which the respective outputs are the production of crude steel, cement and paper in tonnes. Other energy intensive branches that can be considered, provided data are available, are sugar, aluminium, copper, fertilisers, ethylene, glass, etc.  In other sectors, the output is very diverse and therefore the output is expressed as a production index, as this indicator of activity is based on physical production at a disaggregated level.  **B.2.2 Indicators for energy-intensive industries**  For these energy-intensive branches, the specific energy consumption is calculated as shown in [Formula (B.1)](#_bookmark107):  (B.1)  where  is the indicator value for specific energy consumption of energy-intensive product x;  is the total energy consumption for product x;  is the output for the energy-intensive product x.  The production is measured in physical units (e.g. Mt, kt).  NOTE 1 A correction can be included to consider the effect of variations in the utilization rate of production capacity by introducing a production performance factor. This coefficient will reflect the fact that, with a low capacity utilization rate, the fixed part of energy use counts more heavily and the equipment has a lower efficiency. This coefficient cannot be found in any statistics and is estimated. For that reason, it is not considered in the Odyssee efficiency index.  NOTE 2 A further breakdown by type of product or process can be considered (e.g. separation of steel produced from basic oxygen and electric arc furnaces, between clinker and cement for the cement industry). The decision for this additional disaggregation depends on the data availability.  **B.2.3 Indicators for other industrial branches**  For the other branches, the specific energy consumption is calculated as shown in [Formula (B.2)](#_bookmark109):  (B.2)  where  is the indicator value for specific energy consumption in industrial subsector *x*;  is the energy consumption of subsector *x*, minus the consumption of the energy intensive products that belong to the branch; e.g. for the branch called “non-metallic minerals” it is the consumption of the whole branch minus the consumption for cement production;  is the output for subsector *x*, measured with a production index.  **B.2.4 Example of a calculation of an energy efficiency index**  [Figure B.1](#_bookmark110) provides an example of the four steps of calculation of the energy efficiency index in a fictitious case with three subsectors:   * Step 1: collection of data on energy consumption and activity data by subsector; * Step 2: calculation of indicator values by subsector; * Step 3: calculation of weighting factors by subsector; * Step 4: calculation of the energy efficiency index for the sector as a whole. |

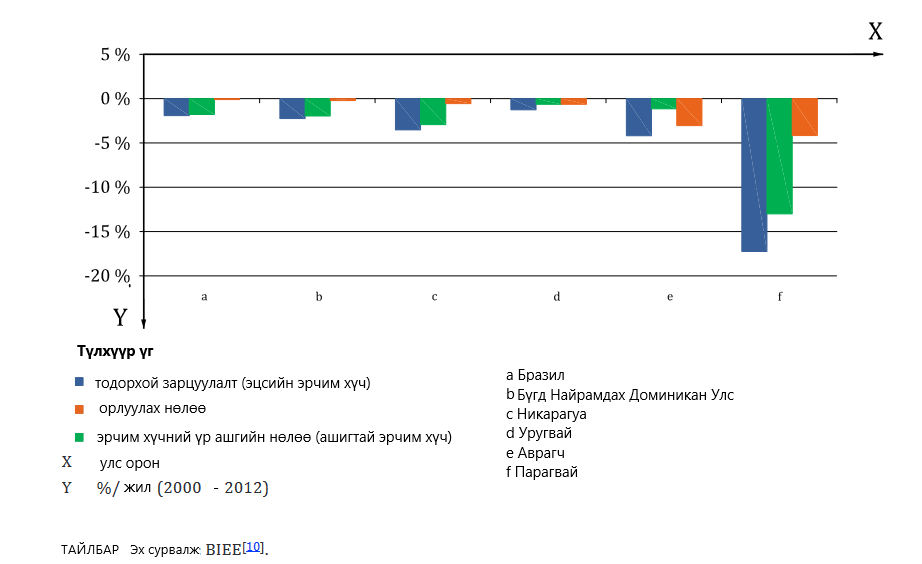
****

**B.1-р зураг – Гурван дэд салбар бүхий хийсвэр жишээн дэх эрчим хүчний үр ашгийн индексийг тооцоолох**

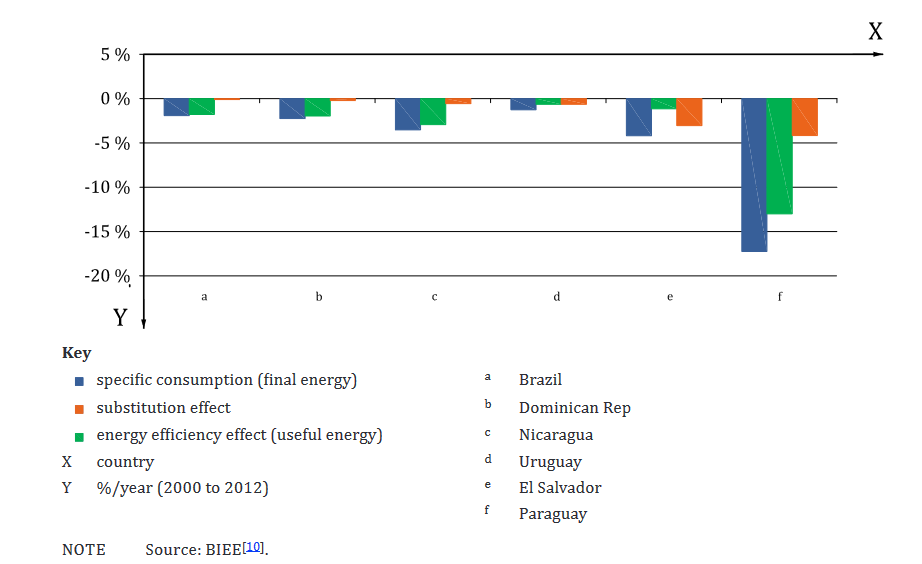


**Figure B.1 – Calculation of the energy efficiency index in a fictitious example with three subsectors**

|  |  |
| --- | --- |
| **B.3 Тээвэр**  **B.3.1 Дэд салбарыг сонгох**  Тээврийн салбарт дэд салбаруудыг сонгох (1-р алхам) нь эрчим хүчний зарцуулалт болон үйл ажиллагааны заалтыг хоёуланг нь авах боломжтой тээврийн хэрэгслийн сонголтоос бүрдэнэ. Тээврийг дараах үндсэн төрлүүдэд хувааж болно:   * авто тээвэр: машинууд, хүнд даацын машин, хөнгөн даацын машин (ачааны битүү тэрэг, ачааны ил тэрэг), автабус болон мотоцикл; * төмөр замын тээвэр: бараа, зорчигч; * агаарын тээвэр: нийт эсвэл зөвхөн дотоодын; * дотоодын усан тээвэр (гол, далай, усан зам).   Тээврэрлэлт эрчим хүчний үр ашгийг сайжруулахад өөр өөр хүчин зүйл нөлөөлж болно:   1. тээврийн хэрэгсэл, түүний дотор эд анги, дагалдах хэрэгслийн үр ашгийг сайжруулах; 2. илүү сайн жолоодох эсвэл үйл ажиллагааны төлөв; 3. нэг тээврийн хэрэгслээс нөгөөд шилжих (жишээ нь автомашинаас нийтийн тээвэр, ачааны машинаас төмөр замын тээвэр); 4. Жишээлбэл, нийтийн тээвэр, унадаг дугуйг автомашинд түлхүү ашиглах, эсвэл арилжааны тээврийн хэрэгслийн логистикийг сайжруулах замаар авто тээврийн хэрэгслийн туулах зайг багасгах; 5. Тээврийн хэрэгсэл болон тээврийн хэрэгслийн ачаалал эсвэл ачааллыг нэмэгдүүлэх хэмжээ.   Сүүлийн гурван тохиолдолд тээврийн хэрэгслийн эрчим хүчний хэмнэлт өөрчлөгддөггүй, харин тээврийн хэрэгслийг илүү үр ашигтай (гурав дахь тохиолдолд) ашиглах эсвэл тээврийн хэрэгслийг (дөрөв болон тав дах тохиолдолд) илүү үр ашигтай ашиглах.  Тиймээс эрчим хүчний үр ашгийн индексийн тодорхойлолт нь эрчим хүчний хэмнэлттэй холбоотой тодорхойлолтоос хамаарна.  **B.3.2 Машины заалт**  Машины хувьд эрчим хүчний үр ашгийг тодорхойлох гурван үндсэн үзүүлэлтийг ашиглаж болно:   * тодорхой эрчим хүчний зарцуулалт литр/100 км (л/100 км), мөн Латин Америкийн ихэнх орнуудад км/л-ээр илэрхийлэгддэг (АНУ-д миль тутамд галлон эсвэл mpg/галлоноор явах хэмжээ/) [(3)-р томьёог харна уу]; * тодорхой эрчим хүчний зарцуулалт эрчим хүчний нэгжээр илэрхийлсэн ГЖ/км (эсвэл koe/км) [(4)-р томьёог харна уу]; * хүн.км тутамд тодорхой зарцуулалт МЖ/pkm (эсвэл goe/pkm) [(5)-р томьёог харна уу];   Тээврийн хэрэгслийн нэг км-т ногдох түлшний дундаж зарцуулалтыг физик нэгжээр (B.3)-р томьёонд харуулав:.  (B.3)  үүнд  литр / 100 км-т тээврийн хэрэгслийн нэг километр тутамд түлш зарцуулалтын үзүүлэлтийн утга;  авто машины нийт эрчим хүчний зарцуулалтыг литр буюу м3-ээр илэрхийлнэ;  автомашины нийт тээврийн хэрэгслийн нийлбэр км-ийн тоог жилийн дундаж туулсан замд үржүүлсэн тоо юм.  Тээврийн хэрэгслийн нэг км тутамд зарцуулсан түлшний дундаж зарцуулалтыг эрчим хүчний нэгжээр (B.4)-р томьёогоор харуулав:  (B.4)  үүнд  тээврийн хэрэгсэл-км тутамд түлшний зарцуулалтын үзүүлэлтийн утга, МЖ/км  эрчим хүчний нэгж дэх автомашины нийт эрчим хүчний зарцуулалт (жишээ нь Жоуль);  автомашин тээврийн хэрэгслийн нийт тоо-км.  Машинд нэг хүнд ногдох шатахууны дундаж зарцуулалтыг (B.5)-р томьёогоор харуулав:  (B.5)  үүнд  нь эрчим хүчний нэгжээр зорчигч-км тутамд түлшний зарцуулалтын үзүүлэлтийн утга, МЖ/км;  машины нийт эрчим хүчний зарцуулалт;  автомашины хүн.км-ийн нийт хөдөлгөөн.  Эхний заалт (литр/100 км) нь технологийн сайжруулалт, жолоочийн шинж чанар болон түлшний өөрчлөлтийн хосолсон нөлөөллийг харуулдаг.  Хоёрдахь заалт (МЖ/км) нь өмнөх хүчин зүйлсээс гадна түлшний хольцын өөрчлөлтийг (жишээ нь моторын түлшний дундаж илчлэгийн утга, жоуль/литр) харгалзан үздэг. Ийм түлшний өөрчлөлт нь бензинийг дизель түлшээр солих эсвэл био түлш нэвтэрсэнтэй холбоотой байж болно. Хэрэв тээврийн хэрэгслийг бодитоор сайжруулах нь голлох зүйл бол энэ түлш солих нөлөөг тусгаарлах ёстой. Дизель түлш, бензин гэх мэт өөр өөр түлшний хувьд тусдаа заалтуудыг тодорхойлох замаар тусгаарлах боломжтой.  Гурав дахь заалт (МЖ/хүн.км) нь хоёр дахь заалтаас гадна автомашины дундаж эзэмшлийн тарифыг харгалзан үздэг. Хэрэв автомашины хуваарилалтаас болж нэмэгдвэл ижил тооны хүн тээвэрлэхэд цөөн машин шаардагдах бөгөөд энэ нь бусад бүх зүйл тэнцүү байх үед энэ үзүүлэлт буурч байна гэсэн үг юм. Машинд санал болгож буй хоёр үзүүлэлтийн чиг хандлагыг харьцуулах замаар автомашины суудлын өөрчлөлтийн нөлөөг тооцоолж болно.  Эрчим хүчний үр ашгийг эрчим хүчний нэгжээр хэмжих нь зүйтэй. Автомашины үр ашгийг сайжруулахын тулд автомашины хөдөлгөөнийг зохицуулах бодлого байдаг тул гурав дахь заалтыг ашиглахыг зөвлөдөг.  **B.3.3 Автобус болон мотоциклийн заалтууд**  Автобус болон мотоциклийн хувьд нэг тээврийн хэрэгсэлд ногдох түлшний дундаж зарцуулалтыг (B.6)-р томьёонд үзүүлсний дагуу тооцно:  (B.6)  үүнд  автобус эсвэл мотоциклийн түлшний зарцуулалтыг заалтын утга;  автобус эсвэл мотоциклийн нийт эрчим хүчний зарцуулалт;  автобус болон мотоциклийн нийт тоо.  **B.3.4 Зорчигч болон ачааны төмөр замын тээвэр, агаарын тээврийн үзүүлэлтүүд**  Энэ заалт нь тээврийн хэрэгсэл, төмөр зам, агаарын тээврээр бараа болон хүн тээвэрлэх хэрэглээтэй холбоотой юм.  Зорчигчдын хувьд замын хөдөлгөөнийг ерөнхийд нь туулсан хүн.километрээр (төмөр зам болон дотоодын агаарын тээврийн хувьд) эсвэл тээвэрлэсэн хүний ​​тоогоор (олон улсын агаарын тээврийн хувьд) илэрхийлдэг.  Ачааны машин, галт тэрэг болон завиар ачаа тээвэрлэхдээ замын хөдөлгөөнийг ихэвчлэн тонн-км-ээр илэрхийлдэг.  Эрчим хүчний албан ёсны статистик мэдээ нь төмөр замын тээврийн эрчим хүчний зарцуулалтыг зорчигч болон ачаа тээврээр ялгахгүйгээр бүхэлд нь хангадаг. Зорчигч ба ачааны энэ хэрэглээг салгахын тулд нэг нэгж дэх зорчигч, ачааны урсгалыг зөөвөрлөх нийт масс, түүний дотор зүтгүүр, ачааны жинг тусгасан нийт тонн-км (gtkh)-ээр илэрхийлэхийг нэг тооцоолол болгож болно. Үүний тулд нэг зорчигч болон нэг тонн ачааны дундаж жинг илэрхийлдэг коэффициентийг ашигладаг. (Өгөгдмөл утгыг дараах байдлаар ашиглаж болно: хүн.км тутамд 1,7 гткм, барааны хувьд тонн-км тутамд 2,5 гткм.) Дараа нь төмөр замын тээврийн нийт эрчим хүчний зарцуулалтыг зорчигч болон ачаа тээвэрт нийт тээвэрт нийт тонн километрт эзлэх хувь дээр үндэслэн зорчигч болон ачаа тээврийн хооронд хуваарилдаг.  Агаарын болон төмөр замын зорчигчдын хувийн зарцуулалтыг (B.7)-р томьёонд үзүүлснээр тодорхойлно:  (B.7)  хүн-км тутамд түлшний зарцуулалтын заалтын утга;  зорчигчын горимын нийт эрчим хүчний зарцуулалт;  хүн.км дахь зорчигч тээвэр.  Бараа тээвэрийн тодорхой зарцуулалтыг (B.8)-р томьёонд харуулсан:  (B.8)  үүнд  тонн-км тутамд түлшний зарцуулалтын заалтын утга;  ачааны горимын нийт эрчим хүчний зарцуулалт;  замын хөдөлгөөн, тонн-км.  **B.4 Орон сууц (өрхийн)**  **B.4.1 Дэд салбарын сонголт**  Орон сууцны салбарт дэд салбаруудыг сонгох (1-р алхам) нь эрчим хүчний хэрэглээ ба/эсвэл цахилгаан хэрэгслийн төрлийг сонгохоос бүрдэнэ. Үндсэн эрчим хүчний хэрэглээ болон хамгийн том цахилгаан хэрэгслийг авч үзэх нь:   * конвекцоор халаах; * ус бүлээсгэх; * хоол хийх; * хөргөлт (агааржуулалт); * хамгийн том цахилгаан хэрэгсэл: * хөргүүр; * хөргөгч; * угаалгын машин; * аяга угаагч; * хувцас хатаагч; * зурагт; * бусад зүйлс.   Эрчим хүчний хэрэглээний сонголт нь мэдээллийн бэлэн байдал, ялангуяа төхөөрөмжийн төрлөөр цахилгаан эрчим хүчний зарцуулалтын талаар хамаарна. "Бусад" гэсэн ангилалд бүх төрлийн эрчим хүчний хэрэглээ, өгөгдөл дутмаг учраас салгах боломжгүй цахилгаан хэрэгслийг багтаасан байх ёстой.  ТАЙЛБАР Үүсгэсэн өгөгдөл нь тухайн улсын (эсвэл бүс нутаг) статистик үзүүлэлттэй байвал түүвэрлэлт эсвэл судалгааг эцсийн хэрэглээгээр мэдээлэл авах боломжтой.  **B.4.2 Конвекцоор халаах заалтууд**  Энэ үзүүлэлт нь (B.9)-р томьёонд харуулсанчлан, оршин суугаа газрын нэг м2 талбайг конвекцоор халаах дундаж эрчим хүчний зарцуулалтыг илэрхийлнэ:  (B.9)  үүнд  конвекцоор халаах эрчим хүчний зарцуулалтын заалтын утга;  цаг агаарын нөхцөлд тохируулсан конвекцоор халаах эцсийн эрчим хүчний зарцуулалт;  эзэмшиж буй орон сууцны тоо;  нэг орон сууцны дундаж талбайн хэмжээ м2.  Конвекцоор халаах эрчим хүчний зарцуулалтад байгалийн хий, heating oil, нүүрс, хүрэн нүүрс зэрэг чулуужсан түлш орно. Мөн төвлөрсөн халаалтын систем эсвэл нарны усан халаалтаас авах мод, цахилгаан, дулааныг багтаасан болно.  Эрчим хүчний зарцуулалтыг хэм хоногийг (4.2.5 болон тооцооллын дэлгэрэнгүйг D хавсралтаас харна уу) ашиглан нэг жилээс нөгөө жилийн цаг агаарын хэлбэлзэлд тохируулна.  Жишээлбэл, шинэ худалдан авагч эсвэл түрээслүүлэх гэж буй зуслангийн байшин болон байшингуудын эрчим хүчний хэрэглээ өөр өөр байдаг тул эрчим хүчний зарцуулалт нь орон сууцны оршин суугчдаас хамаардаг. Тиймээс зөвхөн бүх л жилийн турш түрээслэн амьдардаг орон сууцыг тооцож үзэх хэрэтэй: үүнийг "байнга оршин суудаг орон сууц" гэж нэрлэдэг. Тэдний тоог жилийн дундуур (эсвэл оны эх болон сүүл үеийн дундуур) тооцоолдог.  Орон сууц бүрд ноогдох дундаж талбай нь бүх орон сууцны талбайг/ашигтай талбайг багтаадаг ч үүнд ихэвчлэн халаалтгүй подвал, дээврийг оруулдаггүй.  Мэдээллийн бэлэн байдал болон заалтуудын утгад үзүүлэх нөлөөллөөс хамааран халаалтын төрөлд (төвлөрсөн халаалт, тасалгааны халаалт) тохируулга хийж болно, жишээлбэл ODEX[14]. Мэдээж бүх өрөө халаалтгүй (зөвхөн зарим тасалгааг халаагуураар халаадаг) тул тасалгааны халаалт нь төвлөрсөн халаалтаас бага эрчим хүч зарцуулдаг. Төвлөрсөн халаалтыг тохируулахын тулд халаалттай нийт талбайг тооцоолох томьёонд төвлөрсөн халаалттай орон сууц, тасалгааны халаалттай орон сууцны ялгааг гаргах хэрэгтэй.  **B.4.3 Ус халаах заалтууд**  Тухайн өрхийн нэг хүнд ногдох ус халаахад зарцуулах эрчим хүчний тодорхой зарцуулалтыг (B.10)-р томьёонд үзүүлснээр заалтыг авч үзнэ:  (B.10)  үүнд  ус халаахад шаардагдах эрчим хүчний зарцуулах заалтын утга;  ус халаахад зарцуулах эцсийн эрчим хүчний зарцуулалт;  өрхийн тоо;  нэг өрхөд ногдох хүний ​​дундаж тоо.  Өрхийн тоог нэг өрхөд ногдох дундаж хүн амын тоогоор үржүүлбэл нийт хүн амаас ерөнхийдөө арай бага байна, учир нь хүн амын багахан хэсэг нь байгууллагуудын амьдрах орчинд (жишээлбэл, шорон, өндөр настнуудын гэр) амьдардаг. Өрхийн түгээсэн эрчим хүчний зарцуулалт нь эрчим хүчний зарцуулалтын тодорхойлолт эсвэл хамрах хүрээнээс хамаарч зарцуулалтыг хэмжих багажнаас гадна сэргээгдэх эрчим хүч нөлөөлж болно. Жишээ нь нарны ус халаагуурын халуун ус нь худалдан авах түлш эсвэл цахилгаан эрчим хүчний хэмжээг бууруулна (жишээ нь түгээсэн эрчим хүч). Хэрэв ус халаахад зарцуулсан эцсийн эрчим хүчний хэрэглээ нь нарны эрчим хүчийг багтаасан бол түлш эсвэл цахилгаанаас нарны эрчим хүч рүү шилжих нь хэрэглээ, улмаар эрчим хүчний хэмнэлтэд бага зэрэг нөлөөлнө. Хэрэв зарцуулалт нь түгээсэн эрчим хүчинд суурилдаг бол эрчим хүчний үр ашгийг сайжруулах нь илүү чухал.  **B.4.4 Хоол хийх заалтууд**  (B.11)-р томьёонд харуулсанчлан нэг орон сууцанд хоол хийх тодорхой эрчим хүчний зарцуулалтыг харгалзан үзсэн заалт юм.  (B.11)  үүнд  хоол хийх эрчим хүчний зарцуулалтын заалтын утга;  хоол хийхэд эрчим хүчний зарцуулалт;  өрхийн тоо.  Хөгжиж буй орнуудад модыг LPG, байгалийн хий, тэр ч байтугай цахилгаанаар солих нь эрчим хүчний үр ашгийн асар их ялгаатай байдлаас шалтгаалан хоол хийхэд шаардагдах эрчим хүчний тодорхой хэрэглээг эрс бууруулдаг (ойролцоогоор 10 дахин). Хэрэв энэ орлуулалтыг эрчим хүчний үр ашгийг дээшлүүлэх гэж үзвэл эрчим хүчний үр ашгийн индекст тусгана. Хэрэв хэрэглэгч түлш орлуулах нөлөөг салгаж, индексээс хасахыг хүсч байвал (B.11) томъёог ашигтай энергийн тодорхой зарцуулалтаар тооцоолох хэрэгтэй.  (B.12)-томьёонд үзүүлсэн шиг нэг айлын нэг орон сууцанд хоол хийх тодорхой эрчим хүчний зарцуулалтыг харгалзан үзсэн үзүүлэлт юм.  (B.12)  үүнд  хоол хийхэд ашигтай эрчим хүчний зарцуулалтын заалтын утга;  хоол хийхэд ашигтай эрчим хүчний зарцуулалт;  өрхийн тоо.  Ашигтай эрчим хүчний зарцуулалтыг түлш тус бүрийн эрчим хүчний зарцуулалтыг эрчим хүчний дундаж үр ашигаар (жишээлбэл хоол хийхэд 45% LPG болон хий, 80% цахилгаан, 10% нүүрс, 5% мод) үржүүлж тооцдог.  ТАЙЛБАР Ашигтай эрчим хүч нь боломжит эрчим хүч буюу эксержи гэсэн термодинамик ойлголтоос ялгаатай.  Эрчим хүчний үр ашгийн тодорхой зарцуулалтын өөрчлөлт нь эрчим хүчний хэмнэлтийг бий болгодог. Түлшний орлуулалтын нөлөөг эцсийн эрчим хүч болон ашигтай эрчим хүчний хувийн зарцуулалтын жилийн өөрчлөлтийн зөрүүгээр тооцоолно.  B.2-р зурагд биомассыг орчин үеийн түлшээр солих нь Эль Сальвадор, Парагвайд хамгийн их нөлөө үзүүлж байгааг харуулсан Латин Америкийн орнуудын түүвэр жишээг харуулав. Эль Сальвадор дахь LPG биомассыг, Парагвайд цахилгааныг сольсон нь тодорхой хэрэглээг жилд 3% -иар бууруулахад нөлөөлсөн. | **B.3 Transport**  **B.3.1 Selection of subsectors**  In transport, the selection of subsectors (Step 1) consists of a selection of transport modes for which both the energy consumption and an indicator of activity are available. Transport can be split into the following main modes:   * road transport: cars, heavy trucks, light duty vehicles (vans, pickups), buses, and motorcycles; * rail transport: goods, passengers; * air transport: total or only domestic; * domestic water transport (river, sea, waterways).   In transportation, the energy efficiency improvement can come from different factors:   1. improved efficiency of vehicles, including component and accessories; 2. optimal driving or operating patterns; 3. a shift between transport modes (e.g. from car to public transport, from trucks to rail); 4. less distance travelled with vehicles, due, for example, to greater use of public transport or bicycles for cars, or through logistical improvements for road freight vehicles; 5. increased rate of occupancy or load factor of transport modes and vehicles.   For the last three cases, the energy efficiency of the transport modes is not changing but there is a greater use of more efficient modes (for the third case) or a more efficient use of modes (for the fourth and fifth cases).  The definition of the energy efficiency index will therefore depend on the definition given to energy efficiency.  **B.3.2 Indicators for cars**  For cars, three main indicators can be used to characterize the energy efficiency:   * the specific energy consumption in litres/100 km (l/100 km), also expressed in km/l in most Latin American countries (in miles per gallon or mpg in the US) [see [Formula (3)](#_bookmark30)]; * the specific energy consumption in energy unit in GJ/km (or koe/km) [see [Formula (4)](#_bookmark31)]; * the specific consumption per passenger-km in MJ/pkm (or goe/pkm) [see [Formula (5)](#_bookmark33)].   The average fuel consumption per vehicle-km by car in physical units is shown in [Formula (B.3)](#_bookmark112):  (B.3)  where  is the indicator value for fuel consumption per vehicle-km driven, in litre/100 km;  is the total energy consumption of cars, in litres or m3;  is the total number of vehicles-km by cars, in number of cars multiplied by the average distance travelled per year.  The average fuel consumption per km driven by car in energy units is shown in [Formula (B.4)](#_bookmark113):  (B.4)  where  is the indicator value for fuel consumption per vehicle-km, in MJ/km;  is the total energy consumption of cars in energy units (e.g. Joule);  is the total number of vehicles-km by cars.  The average fuel consumption per person-km by car is shown in [Formula (B.5)](#_bookmark114):  (B.5)  where  is the indicator value for fuel consumption per passenger-km in energy units, in MJ/pkm;  is the total energy consumption of cars;  is the total traffic in passenger-km by cars.  The first indicator (litre/100 km) shows the combined effect of technological improvements, driving behaviour and fuel shift.  The second indicator (MJ/km) takes into account, in addition to the previous factors, the changes in the fuel mix (i.e. in the average calorific value of motor fuels, in Joule/litre). This fuel shift can come from a substitution between gasoline and diesel or from the penetration of biofuels. If the focus is on actual vehicle improvement, this fuel shift effect should be isolated. This is possible by defining separate indicators for the different fuels, e.g. for diesel, gasoline.  The third indicator (MJ/passenger-km) takes into account, in addition to the second indicator, the changes in the average occupancy rate of cars. If it increases due to carpooling, fewer cars are needed for transporting the same number of people, which translates into a reduction of that indicator, all other things being equal. The effect of changes in car occupancy can be calculated by comparing the trend of the two indicators proposed for cars.  As energy efficiency should preferably be measured in energy units. As policies on carpooling exist to improve the efficiency of cars, the use of the third indicator is recommended.  **B.3.3 Indicators for buses and motorcycles**  For buses and motorcycles, an average fuel consumption per vehicle is calculated, as shown in [Formula (B.6)](#_bookmark115):  (B.6)  where  is the indicator value for fuel consumption per bus or motorcycle;  is the total energy consumption of buses or motorcycles;  is the total number of buses or motorcycles.  **B.3.4 Indicators for passenger and freight rail transport and for air transport**  For transport of freight and of persons by rail and air, the indicators relate the consumption to traffic. For passengers, the traffic is generally expressed in passenger-km travelled (in the case of rail and domestic air transport) or in terms of the number of persons transported (in the case of international air transport).  For transport of goods by trucks, trains or boats, the traffic is generally expressed in ton-km transported.  Official energy statistics provide the energy consumption of rail transport, as a whole, without a differentiation between passenger and goods. To separate this consumption between passengers and goods, one approximation can be to express the traffic of passengers and goods in the same unit, in gross ton-km hauled (gtkh), reflecting the total mass to be moved, including the mass of locomotives and carriages. For this purpose, a coefficient is used that expresses the average gross mass per passenger and per ton of goods. (A default value can be used as follows: 1,7 gtkm per passenger-km and 2,5 gtkm per ton-km for goods.) The total energy consumption of rail transport is then allocated between passenger and goods traffic according to the share of passenger and goods traffic, respectively, in the total traffic in gross ton-km hauled.  The specific consumption for air and rail passenger is defined as shown in [Formula (B.7)](#_bookmark116):  (B.7)  is the indicator value in fuel consumption per person-km;  is the total energy consumption of passenger mode;  is the passenger traffic in passenger-km.  The specific consumption for transport of goods is shown in [Formula (B.8)](#_bookmark117):  (B.8)  where  is the indicator value in fuel consumption per ton-km;  is the total energy consumption of freight mode;  is the traffic, in ton-km.  **B.4 Residential (households)**  **B.4.1 Selection of subsectors**  In the residential sector, the selection of subsectors (Step 1) consists of a selection of energy uses and/ or appli  ances types. The main energy uses and the largest electrical appliances to be considered are:   * space heating; * water heating; * cooking; * cooling (air conditioning); * large electrical appliances: * refrigerators; * independent freezers; * washing machines; * dishwashers; * clothes dryers; * TV; * others.   The selection of energy uses will depend on the data availability, especially for the electricity consumption by type of appliances. The category “others” should include all energy uses and appliances that cannot be separated because of a lack of data.  NOTE Sampling or surveys can be used to get data by end-use as long as the data produced are statistically repressentative of the country (or region).  **B.4.2 Indicators for space heating**  This indicator represents the average energy consumption for space heating per m2 of floor area of occupied dwellings, as shown in [Formula (B.9)](#_bookmark120):  (B.9)  where  is the indicator value of energy consumption for space heating;  is the weather adjusted final energy consumption for space heating;  is the number of occupied dwellings;  is the mean floor space per dwelling, in m2.  Energy consumption for space heating comprises fossil fuels, such as natural gas, heating oil, coal, lignite or peat. It also includes wood, electricity and delivered heat from a district heating system or solar water heater.  Energy consumption should be adjusted for weather variations from one year to the other, using degree days (see 4.2.5 and the details of calculation in Annex D).  Energy consumption is dependent on the occupancy of dwellings as, for example, summer homes and houses waiting for a new buyer or renter will show quite different energy use patterns. Therefore, only dwellings occupied throughout the year should be considered: the so-called “permanently occupied dwellings”. Their number may be counted at the middle of the year (or as the average between the beginning and end of the year).  The average floor space per dwelling comprises all living space and usually excludes cellars and attics, which normally are not heated.  Depending on data availability and influence on the indicator value, a correction can be made for the type of heating (central heating, room heating), e.g. in the case of ODEX[[14](#_bookmark164)]. Indeed, room heating consumes less energy than central heating as all the rooms are not heated (only some rooms are heated with stoves). To enable a correction for central heating, a distinction should be made between centrally heated dwellings and dwellings with room heating in the formula of the calculation of the total heated area.  **B.4.3 Indicators for water heating**  The indicator considered is the specific energy consumption for water heating per person in a household, as shown in [Formula (B.10)](#_bookmark121):  (B.10)  where  is the indicator value of energy consumption for water heating;  is the final energy consumption for water heating;  is the number of households;  is the average number of persons per household.  The number of households multiplied by the average number of persons per household is generally slightly lower than the total population because a small fraction of the population lives in institutional habitats (e.g. prisons, homes for old people).  Energy consumption, delivered to households, can be influenced by renewables-behind-the-meter, depending on the definition or coverage of energy consumption. For example, hot water from solar water heaters will reduce the amount of fuels or electricity purchased (i.e. the delivered energy). If the final energy consumption for water heating includes the solar energy used, the switch from fuel or electricity to solar will only have a minor impact on the consumption and thus on energy efficiency. If the consumption is based on the delivered energy, then energy efficiency improvements will be greater.  **B.4.4 Indicators for cooking**  The indicator considered is the specific energy consumption for cooking per dwelling, as shown in [Formula (B.11)](#_bookmark122):  (B.11)  where  is the indicator value of energy consumption for cooking;  is the energy consumption for cooking;  is the number of households.  In developing countries, the substitution from wood to LPG, natural gas or even electricity significantly reduces the specific energy consumption for cooking due to the large differences in energy efficiency (around a factor of 10). If this substitution is considered as an energy efficiency improvement, it will be accounted for in the energy efficiency index. If the user wants to separate the fuel substitution effect and exclude it from the index, then [Formula (B.11)](#_bookmark122) should be calculated with a specific consumption in useful energy.  The indicator considered is the specific energy consumption for cooking per dwelling in a household, as shown in [Formula (B.12)](#_bookmark123):  (B.12)  where  is the indicator value of useful energy consumption for cooking;  is the useful energy consumption for cooking;  is the number of households.  The consumption in useful energy is calculated by multiplying the energy consumption of each fuel by its average energy efficiency (e.g. for cooking 45 % for LPG and gas, 80 % for electrici  ty, 10 % for charcoal and 5 % for wood).  NOTE Useful energy is different from the thermodynamic concept of available energy or exergy.  The variation of the specific consumption in useful energy provides the trend in energy efficiency. The fuel substitution effect is calculated as the difference between the annual change in the specific consumption in final energy and useful energy.  [Figure B.2](#_bookmark124) provides an example of a sample of Latin American countries showing that the effect of a substitution from biomass to modern fuels was the greatest in El Salvador and Paraguay. Substitutions from biomass to LPG in El Salvador and to electricity in Paraguay contributed to decrease the specific consumption by more than 3 %/year. |

****

**B.2-р зураг — Латин Америкийн зарим орнуудад өрхийн хоол хийхэд түлш орлуулах нөлөө**

**Figure B.2 — Fuel substitution effect for household cooking in selected countries of Latin America**

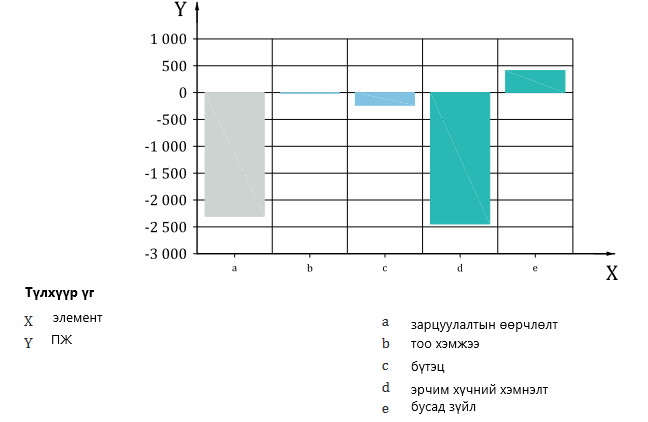
|  |  |
| --- | --- |
| **B.4.5 Агаараар хөргөх болон том ахуйн цахилгаан хэрэгслийн заалтууд**  Хөргөгч, хөлдөөгч, угаалгын машин, хувцас хатаагч, аяга таваг угаагч, телевизор, агааржуулагч зэрэг том цахилгаан хэрэгслийн хувьд (B.13)-р томьёонд өгөгдсөн цахилгаан хэрэгсэлд ногдох эрчим хүчний зарцуулалтын заалтыг ашиглана:  (B.13)  үүнд  том цахилгаан хэрэгслийн цахилгаан эрчим хүчний зарцуулалтыг заагч утга x;  том цахилгаан хэрэгслийн нийт цахилгаан эрчим хүчний зарцуулалт x;  өрхийн эзэмшдэг том оврын цахилгаан хэрэгслийн тоо x.  ТАЙЛБАРТодорхой хэрэглээг төхөөрөмжийн хэмжээ x (жишээ нь, хөргөгч эсвэл хөлдөөгчний багтаамжтай литр) эсвэл ашиглалтын эрчмээс (жишээлбэл, нэг мөчлөгт угааж, хатаасан хувцас кг, мөчлөгийн тоо гэх мэт) тохируулж, техникийн үзүүлэлтээс илүү үр ашгийн үзүүлэлтийг олж авах боломжтой. үзэл бодол. Гэхдээ мэдээлэл дутмаг учраас энэ нь тийм ч түгээмэл биш юм. Энэ тохиолдолд (В.13)-р томьёо (B.14) болно:  (B.14)  үүнд ахуйн цахилгаан хэрэгслийн хэрэглээний хэмжээ болон эрчимжилт.  **B.4.6 Гэрэлтүүлгийн заалтууд**  Гэрэлтүүлгийн хувьд (B.15)-р томьёонд үзүүлсэнчлэн нэг айлын гэрэлтүүлгийн тодорхой цахилгаан эрчим хүчний зарцуулалтыг харгалзан үзсэн үзүүлэлт:  (B.15)  үүнд  гэрэлтүүлгийн цахилгаан эрчим хүчний заалтын утга;  i гэрэлтүүлгийн цахилгаан эрчим хүчний зарцуулалт;  өрхийн тоо.  **C хавсралт**  (мэдээллийн)  **Тайлбар хүчин зүйлийн жишээнүүд**  **C.1 Ерөнхий зүйл**  Үйл ажиллагааны хүчин зүйлийг тооцоолохдоо үйл ажиллагааны үзүүлэлтүүд болон тодорхой эрчим хүчний зарцуулалтын үзүүлэлтүүдийг ашигладаг. Энэхүү баримт бичгийн үндсэн хэсэгт (7-р зүйл) заасан тооцооллын ерөнхий аргуудыг ашиглах боломжийг онцлон тэмдэглэхийн тулд энэ хавсралтад олон төрлийн тайлбар хүчин зүйлийг тооцоолоход ашигладаг хамгийн түгээмэл үзүүлэлтүүдийг жагсаав: үйл ажиллагаа болон бүтцийн нөлөөллийг тооцоолох үйл ажиллагааны заалт. Эрчим хүчний хэмнэлтийг тооцоолоход ашигладаг тодорхой зарцуулалтын заалт нь эрчим хүчний үр ашгийн индексийг тооцоолоход ашигладаг заалттай ижил байдаг үүнийг B хавсралтаас харна уу.  Аж үйлдвэр, зам тээвэр, өрхийн болон үйлчилгээний салбар үүнд багтсан. Хөдөө аж ахуй, ойн аж ахуй болон загасны аж ахуй нь эрчим хүчний хэрэглээний нөхцөлд жижиг салбар бүрдүүлдэг болохоор дээрх заалтад багтаагүй. Мөн төвийн эрчим хүчний үйлдвэрлэлийг багтаасан боловч бусад эрчим хүчний өөрчлөлтүүдийн (жишээ нь боловсруулах үйлдвэр болон төвлөрсөн халаалт) илүү дэлгэрэнгүй зүйлийг оруулаагүй.  Тухайн салбарын эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийг тайлбарлах дөрвөн төрлийн тайлбарлагч хүчин зүйлийг авч үздэг. Үүнд:   * салбарын эдийн засгийн үйл ажиллагааны өөрчлөлт эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтөд үзүүлэх нөлөөллийг үнэлэх үйл ажиллагааны хүчин зүйлс; * бүтцийн нөлөөллийн хүчин зүйлүүд нь салбаруудын үйл ажиллагааны өөрчлөлт бүх дэд салбаруудад ижил байдаггүй бөгөөд энэ нь салбарын зарцуулалтад нөлөөлж болох бүтцийн өөрчлөлтөд хүргэдэг; * янз бүрийн дэд салбар, эрчим хүчний хэрэглээний түвшинд үр ашгийг дээшлүүлэхээс үүсэх эрчим хүчний хэмнэлтийн хүчин зүйл; эрчим хүчний хэрэглээг бууруулахад хувь нэмэр оруулдаг тул энэ хүчин зүйл нь сөрөг байна; * бусад хүчин зүйлүүд.   Энэ хавсралтад салбар бүрийн эхний хоёр хүчин зүйлийн тооцооллыг тайлбарласан. ISO 17742 стандартад эрчим хүчний хэмнэлтийн хүчин зүйлийн тооцооллыг тодорхойлсон бөгөөд 7.2.4-т тайлбарласны дагуу салбарын эрчим хүчний үр ашгийн индексээс гаргаж авах боломжтой тул энд тусгаагүй болно.  Салбар ба/эсвэл бүрэлдэхүүн хэсгийн түвшингээс хамааран тухайн салбарт хамаарах бусад төрлийн тайлбар хүчин зүйлсийг авч үзэж болно. Бусад хүчин зүйлсийн жишээг C.4-д тайлбарласан.  Энэхүү баримт бичигт тайлбарласан задаргааны арга нь Паашес-Ласпейресийн аргыг ашигладаг. Энэ нь LMDI Divisia задрал[19] ашигласан задралтай маш төстэй үр дүнд хүргэдэг.  **C.2 Үйл ажиллагааны хүчин зүйл**  **C.2.1 Аж үйлдвэр**  Аж үйлдвэрийн салбарт үйл ажиллагааны хүчин зүйлийг ихэвчлэн (C.1)-р томьёонд үзүүлснээр тухайн салбарын нэмүү өртөг дээр үндэслэн тооцдог:  (C.1)  үүнд  *t*–1 болон *t* хоорондын аж үйлдвэрийн үйл ажиллагааны хүчин зүйл*;*  аж үйлдвэрийн нийт нэмүү өртөг;  *t* тооцооллын жил;  *t-1* тооцооллын жилийн өмнөх жил;  аж үйлдвэрийн нийт эрчим хүчний зарцуулалтыг аж үйлдвэрийн нийт нэмүү өртөгт хувааж тооцсон аж үйлдвэрийн нийт эрчим хүчний эрчимжилтийг (C.2)-р томьёоноос харна уу:  (C.2)  үүнд нь аж үйлдвэрийн нийт эрчим хүчний зарцуулалт.  **C.2.2 Тээвэр**  Тээвэрийн хувьд бусад бүх хүчин зүйлийн нэгэн адил үйл ажиллагааны хүчин зүйлийг ихэвчлэн зорчигч тээвэр болон ачаа тээврийг тусад нь тооцож, дараа нь тээвэрийн нийт дүнг гаргахын тулд нэгтгэдэг. Зорчигчдын хувьд зорчигч тээврийн хөдөлгөөн үүнд агуулагдах агаарын тээврийн өөрчлөлт болон ачааны хувьд ачаа тээврийн өөрчлөлтөөр хэмжигдэнэ.  Зорчигч тээврийн хувьд үйл ажиллагааны коэффициентийг (C.3)-р томьёонд үзүүлснээр тооцно:  (C.1)  үүнд  *t–1* болон *t* хоорондох зорчигч тээврийн үйл ажиллагааны хүчин зүйл;  хүн.км (х.км) дахь бүх төрлийн тээврийн хэрэгслийн нийт зорчигчдын хөдөлгөөний заалт;  t тооцооллын жил;  t-1 тооцооллын жилээс өмнөх жил;  хүн.км тутамд зорчигч тээврийн эрчим хүчний зарцуулалт (C.4)-р томьёог харна уу:  (C.4)  үүнд зорчигч тээвэрэд зарцуулах нийт эрчим хүч.  Бүтээгдэхүүн тээвэрийн үйл ажиллагааны хүчин зүйлийг (C.5)-р томьёонд үзүүлсний дагуу тооцоолно:  (C.5)  үүнд  t–1 болон t хоорондох бүтээгдэхүүний хөдөлгөөний үйл ажиллагааны хүчин зүйл;  бүх төрлийн бүтээгдэхүүний нийт тээвэрийн заалт, тонн-км;  t тооцооллын жил;  t-1 тооцооллын жилийн өмнөх жил;  тн-км тутамд бүтээгдэхүүний тээвэрийн тодорхой эрчим хүчний зарцуулалт, (C.6)-р томьёог харна уу  (C.6)  үүнд бүтээгдэхүүнийг тээвэрлэх нийт эрчим хүчний зарцуулалт.  **C.2.3 Өрхүүд**  Өрхүүдийн хувьд орон сууцны тоо нэмэгдэж байгаатай холбоотойгоор үйл ажиллагааны хүчин зүйлийг хүн ам зүйн хүчин зүйл гэж тодорхойлно. Үүнийг (C.7)-р томьёонд заасны дагуу орон сууцны тооны өөрчлөлтийг орон сууцанд ногдох эрчим хүчний зарцуулалтаар (уур амьсгалын тохируулгатай) үржүүлж тооцно:  (C.7)  үүнд  *t*–1 болон *t* хоорондын өрхийн (хүн ам зүйн хүчин зүйл) үйл ажиллагааны хүчин зүйл;  өрхийн тоо;  t тооцооллын жил;  t-1 тооцооллын жилээс өмнөх жил;  нэг өрхөд ногдох нийт эрчим хүчний зарцуулалт (жишээ нь орон сууцны салбар) (C.8)-р томьёог харна уу:  (C.8)  үүнд өрхийн нийт эрчим хүчний зарцуулалт.  Өрхийн тоог амьдарч буй орон сууцны тоо эсвэл нийт хүн амын тоогоор орлуулж болно. Энэ тохиолдолд зарцуулалтын тодорхой заалтыг тохируулан өөрчлөх шаардлагатай.  **C.2.4 Үйлчилгээ**  (Гуравдагч) үйлчилгээний хувьд (C.9)-р томьёонд үзүүлсний дагуу үйл ажиллагааны хүчин зүйлийг салбарын нийт нэмэгдсэн өртгийн өөрчлөлтөд үндэслэн хэмжиж болно:  (C.9)  *t*–1 болон *t* хоорондын үйлчилгээний үйл ажиллагааны хүчин зүйл;  үйлчилгээний нэмүү өртөг;  t тооцооллын жил;  t-1 тооцооллын жилээс өмнөх жил;  нэмэгдсэн өртгийн нэгжид ногдох үйлчилгээний нийт эрчим хүчний зарцуулалтыг (C.10)-р томьёоноос харна уу:  (C.10)  үүнд үйлчилгээний нийт эрчим хүчний зарцуулалт.  Салбарын нийт нэмүү өртгийн оронд үйл ажиллагааны бусад үзүүлэлтүүдийг ашиглаж болно, тухайлбал, нийт ажил эрхлэлт болон тухайн салбарын барилгын талбайн хэмжээ гэх мэт. Нэмүү өртөг гэдэг нь үндэсний статистикийн мэдээллээс авсан үйл ажиллагааны хамгийн энгийн хэмжүүр бөгөөд дараа нь ажил эрхлэлт ордог.  Хэрэв тооцооллыг дэд салбарт гүйцэтгэсэн бол гүйцэтгэлийн өөр өөр заалтыг харгалзан үзэж болно, жишээлбэл, аж үйлдвэр (жишээ нь зочид буудалд хонож байгаа хүн, эмнэлгийн өвчтөн).  **C.3 Бүтцийн нөлөөллүүд**  **C.3.1 Аж үйлдвэр**  Аж үйлдвэрийн бүтцийн өөрчлөлтийн нөлөөллийг 5-р зүйлд тооцсон тогтмол бүтэц дэх үйлдвэрлэлийн эрчим хүчний эрчимжилтээр тооцсон эрчим хүчний бодит зарцуулалт Et болон онолын эрчим хүчний зарцуулалтын зөрүүгээр тооцно. Энэхүү онолын эрчим хүчний зарцуулалт нь бүтцийн өөрчлөлтийн үр нөлөөг үгүйсгэхийн тулд өөр өөр салбар эсвэл дэд салбаруудын хооронд нэмүү өртгийн тогтмол бүтцийг тооцож эрчим хүчний эрчимжилтийн өөрчлөлтийг тусгасан. Өөрөөр хэлвэл, бүтцийн өөрчлөлтүүд нь өөр өөр эрчим хүчний эрчимжилтэй салбарууд ижил хурдтай өсөхгүй байгааг харуулж байна.  Аж үйлдвэрийн бүтцийн үр нөлөөг (C.11)-р томьёонд үзүүлснээр тооцно:  (C.11)  where  *t*–1 болон *t* хооронд дох аж үйлдвэрийн бүтцийн нөлөөлөл;  аж үйлдвэрийн нийт эрчим хүчний зарцуулалт;  тогтмол бүтцээр тооцсон аж үйлдвэрийн нийт эрчим хүчний зарцуулалтын онолын утга бөгөөд (C.12)-р томьёог харна уу:  (12)  where  аж үйлдвэрийн нийт нэмүү өртөг;  тогтмол бүтэцтэй аж үйлдвэрийн эрчимжилт.  **C.3.2 Тээвэр**  Тээврийн хувьд бүтцийн нөлөөлөл нь модаль шилжилттэй тохирч, өөрөөр хэлбэл тээврийн төрөл бүрийн нийт хөдөлгөөнд эзлэх хувь өөрчлөлтийн нөлөөлөлтэй тохирч байна. Энэ нь зорчигч болон бараа бүтээгдэхүүний тээвэрийг тус тусад тооцож үүний дараа нэгтгэн гаргадаг.  Хэв загварын шилжилтийн нөлөөг зорчигч болон ачаа тээврийн төрөл бүрийн хэмнэлтийн нийлбэр мөн зорчигч эсвэл ачааг бүхэлд нь шууд тооцсон нийт хэмнэлтийн зөрүүгээр тооцно. Үнэндээ хэв загварын шилжилт нь хөдөлгөөнөөс (жишээ нь зорчигчдын хөдөлгөөнд нийтийн тээврийн эзлэх хувь буурч байгаа нь зарцуулалтыг нэмэгдүүлэхэд нөлөөлсөн) хамаасан горим бүрийн хуваарилалт дах өөрчлөлтийг харуулдаг.  Зорчигчдын хөдөлгөөний горимын шилжилтийг (C.13)-р томьёонд үзүүлэв:  (C.13)  үүнд  *t*–1 болон *t* хугацааны хооронд дох бүтцийн нөлөөлөл;  зорчигч тээврийн нийт эрчим хүчний хэмнэлт;  хүн.км тутам дах зорчигч тээврийн тодорхой эрчим хүчний зарцуулалт;  хүн.км тутам дах зорчигчдын хөдөлгөөн;  Бараа бүтээгдэхүүний тээврийн хэв загварын шилжилтийг (C.14)-р томьёонд харуулав:  (C.14)  үүнд  *t*–1 болон *t* хугацаа хоорондын бараа бүтээгдэхүүн тээврийн бүтцийн нөлөөлөл;  бараа бүтээгдэхүүний тээврийн нийт эрчим хүчний хэмнэлт;  тн.км тутам дах бараа бүтээгдэхүүний тээврийн тодорхой эрчим хүчний зарцуулалт;  тээврийн тн.км;  **C.3.3 Үйлчилгээ**  Дэд салбарын эрчим хүчний зарцуулалтын өгөгдөл байгаа бол үйлчилгээний салбарын бүтцийн үр нөлөөг тооцоолоход аж үйлдвэрт ашигладагтай ижил төстэй аргыг ашиглаж болно.  **C.4 Бусад хүчин зүйл**  Бусад тайлбарлагч хүчин зүйлээр задаргааны дүн шинжилгээнд нэмэлт оруулах эсвэл сайжруулахын тулд тодорхойлох эсвэл ашиглаж болно. Харгалзах бусад хүчин зүйлүүд нь салбар, мэдээллийн хүртээмжтэй байдал болон өмнөх хүчин зүйлсийн (үйл ажиллагаа, хэмнэлт болон бүтэц) үндсэн тодорхойлолтоос хамаарна. Ихэнхдээ бусад хүчин зүйлүүд нь үлдэгдэл байдаг бөгөөд үүнийг зөрүүгээр тооцдог. C.1-ээс C.4-р хүснэгтэд илүү дэлгэрэнгүй дүн шинжилгээ хийх зорилгоор нэмж болох өөр өөр хүчин зүйлсийг харуулав. Эдгээр хүчин зүйлүүд нь өгөгдлийн хүртээмжтэй байдлын өөр өөр төрлийн тохиолдол, үйл ажиллагаа, хэмнэлт болон бүтцийн хүчин зүйлийн тодорхойлолтод нийцдэг. | **B.4.5 Indicators for air cooling and large appliances**  For large electrical appliances, including refrigerators, independent freezers, washing machines, clothes dryers, dish washers, televisions and air conditioning, an indicator of specific electricity consumption per appliance is used, shown in [Formula (B.13)](#_bookmark125):  (B.13)  where  is the indicator value for electricity consumption of large appliance *x*;  is the total electricity consumption for large appliance *x*;  is the number for large appliance *x* owned by households.  NOTE The specific consumption can be corrected for the size of appliances x (e.g. in litre of storing capacity for refrigerators or freezers) or the intensity of use (e.g. kg of clothes washed and dried per cycle and number of cycles), so as to get a better indicator of efficiency from a technical point of view. But due to a lack of data, this is not very common. In that case, [Formula (B.13)](#_bookmark125) becomes [Formula (B.14)](#_bookmark126):  (B.14)  where is the size or intensity of use of appliance x.  **B.4.6 Indicators for lighting**  For lighting, the indicator considered is specific electricity consumption for lighting per household, as shown in [Formula (B.15)](#_bookmark127):  (B.15)  where  is the indicator value of electricity consumption for lighting;  is the electricity consumption for lighting;  is the number of households.  **Annex C**  (informative)  **Examples of explanatory factors**  **C.1 General**  The calculation of the activity factor makes use of activity indicators and indicators of specific energy consumption. In order to highlight the application possibilities of the general calculation method provided in the core of this document ([Clause 7](#_bookmark71)), this annex provides an overview of the most common indicators used to calculate the various explanatory factors: activity indicators to calculate the activity and structure effects. The indicators of specific consumption used to calculate energy savings are the same as the ones used to calculate the energy efficiency index, see [Annex B](#_bookmark105).  The sectors covered are industry, transport, households and services. Agriculture, forestry and fishery are not included as they generally constitute small sectors in terms of energy use. Central power generation is also included but not the detail of the other energy transformations (e.g. refineries, district heating).  Four types of explanatory factors are considered to explain the energy consumption variation of a given sector:   * the activity factor, which assesses the impact on the energy consumption variation of changes in the sector’s economic activity; * the structure effect factor, which considers that, in a sector, the variation in activity is not the same for all subsectors, leading to structural changes that can impact the sector’s consumption; * the energy savings factor coming from efficiency improvements at the level of the different subsectors and energy uses; this factor is negative as it contributes to a decrease in energy consumption; * other factors.   This annex explains the calculation of two first factors for each sector. The calculation of the energy savings factor is not considered here because its calculation is described in ISO 17742 and it can also be derived from the sector’s energy efficiency index, as explained in [7.2.4](#_bookmark79).  Depending on the sector and/or level of disaggregation, other types of explanatory factors can be considered that are sector specific. Examples of other factors are described in [C.4](#_bookmark145).  The decomposition method described in this document uses the Paasches-Laspeyres method. It leads to results that are very similar to a decomposition using an LMDI Divisia decomposition[[19](#_bookmark169)].  **C.2 Activity factor**  **C.2.1 Industry**  In industry, the activity factor is generally calculated from the value added of the sector, as shown in [Formula (C.1)](#_bookmark130):  (C.1)  where  is the activity factor for industry between *t*–1 and *t;*  is the total value added of industry;  *t* is the year of calculation;  *t-1* is the year before the year of calculation;  is the total energy intensity of industry, calculated as the energy consumption of indus- try divided by the total value added of industry, see [Formula (C.2)](#_bookmark131):  (C.2)  where is the total energy consumption of industry.  **C.2.2 Transport**  In transport, the activity factor, as for all the other factors, is usually calculated for passenger transport and transport of goods separately, and is then added together to get the total for transport. For passengers, it is measured from the change in passenger traffic, including air, and for goods, from the variation of the traffic of goods.  For passenger transport, the activity factor is calculated as shown in [Formula (C.3)](#_bookmark132):  (C.1)  where  is the activity factor for passenger traffic between *t*–1 and *t*;  is the indicator of total passenger traffic for all modes in passenger-km (pkm);  t is the year of calculation;  t-1 is the year before the year of calculation;  is the energy consumption of passenger transport per passenger-km, see [Formula (C.4)](#_bookmark133):  (C.4)  where is the total energy consumption for passenger transport.  For the transport of goods, the activity factor is calculated as shown in [Formula (C.5)](#_bookmark134):  (C.5)  where  is the activity factor for traffic of goods between *t*–1 and *t*;  is the indicator of total traffic of goods for all modes, in ton-km;  t is the year of calculation;  t-1 is the year before the year of calculation;  is the specific energy consumption of transport of goods per ton-km, see [Formula (C.6)](#_bookmark135)  (C.6)  where is the total energy consumption for transport of goods.  **C.2.3 Households**  For households, the activity factor can be described as a demographic factor due to the increasing number of dwellings. It is calculated as the variation in the number of dwellings multiplied by the energy consumption per dwelling (with climatic corrections), as shown in [Formula (C.7)](#_bookmark136):  (C.7)  where  is the activity factor for households (demographic factor) between *t*–1 and *t*;  is the number of households;  t is the year of calculation;  t-1 is the year before the year of calculation;  is the total energy consumption of households (i.e. residential sector) per household, see [Formula (C.8)](#_bookmark137):  (C.8)  where is the total energy consumption of households.  The number of households can be replaced by the number of occupied dwellings or by the total population. In that case, the indicators of specific consumption have to be adapted accordingly.  **C.2.4 Services**  For services (tertiary), the activity factor can be measured from the variation of the total value added of the sector, as shown in [Formula (C.9)](#_bookmark138):  (C.9)  is the activity factor for services between *t*–1 and *t*;  is the value added of services;  t is the year of calculation;  t-1 is the year before the year of calculation;  is the total energy consumption of services per unit of value added, see [Formula (C.10)](#_bookmark139):  (C.10)  where is the total energy consumption of services.  Other indicators of activity can be used instead of the total value added of the sector, e.g. the total employment or even the floor area of buildings in the sector. The value added is the easiest indicator of activity to get from national statistics, followed by employment.  If the calculation is done by subsector, different indicators of activity can be considered, such as in industry (e.g. person nights for hotels, patients for hospitals).  **C.3 Structure effects**  **C.3.1 Industry**  The effect of structural changes in industry is calculated as the difference between the actual energy consumption *Et* and a theoretical energy consumption calculated with the energy intensity of industry at constant structure, as calculated in [Clause 5](#_bookmark23). This theoretical energy consumption reflects the variation of the energy intensity assuming a constant structure of value added between the various branches or sub-branches, so as to leave out the influence of structural changes. In other words, structural changes illustrate the fact that individual branches with different energy intensity are not growing at the same rate.  In industry, the structure effect is calculated as shown in [Formula (C.11)](#_bookmark140):  (C.11)  where  is the structure effect for industry between *t*–1 and *t*;  is the total energy consumption of industry;  is the theoretical value of the total energy consumption of industry calculated at constant structure, see [Formula (C.12)](#_bookmark141):  (12)  where  is the total value added of industry;  is the intensity of industry at a constant structure.  **C.3.2 Transport**  In transport, the structure effect corresponds to modal shift, i.e. to the effect of changes in the share of each transport mode in the total traffic. It is calculated separately for the transport of passengers and goods and then summed up.  The modal shift effect is calculated as the difference between the sum of savings of each mode for passengers and goods respectively and the aggregate savings calculated directly for passengers or goods as a whole. Indeed, the modal shift illustrates a change in the distribution of each mode in terms of traffic (e.g. a decreasing share of public transport in passenger traffic that contributed to increase the consumption).  The modal shift for passenger transport is shown in [Formula (C.13)](#_bookmark143):  (C.13)  where  is the structure effect for passenger transport between *t*–1 and *t*;  is the total energy savings for passenger transport;  is the specific energy consumption of passenger transport per passenger-km;  is the passenger traffic in passenger-km;  The modal shift for the transport of goods is shown in [Formula (C.14)](#_bookmark144):  (C.14)  where  is the structure effect for goods transport between *t*–1 and *t*;  is the total energy savings for transport of goods;  is the specific energy consumption of transport of goods per ton-km;  is the traffic, in ton-km;  **C.3.3 Services**  Provided that data are available on the energy consumption by subsector, an approach similar to that for industry can also be used to calculate a structure effect in services.  **C.4 Other factors**  Other explanatory factors can be used or defined to complement or improve the decomposition analysis. The other factors to be considered depend on the sector, on the data availability and on the underlying definition of the previous factors (activity, savings and structure). Often the other factors are a residual that is calculated by difference. [Tables C.1](#_bookmark146) to [C.4](#_bookmark151) show, by sector, the different types of other factors that can be added for a more comprehensive analysis. These factors correspond to different cases of data availability and definitions of activity, savings and structure factors. |

**C.1-р хүснэгт — Аж үйлдвэрийн эрчим хүчний зарцуулалтын задаргааны бусад хүчин зүйлийн тодорхойлолт**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Салбар** | **Үйл ажиллагаа** | **Бүтэц** | **Хэмнэлт** | **Бусад** | **Эшлэл** |
| Аж үйлдвэр | Нэмүү өртөгт суурилсан | Нэмүү өртөгт суурилсан | Нэмүү өртөгт суурилсан | Аль нь ч үгүйa | ОУЭХА[[8](#_bookmark158)], Ang[[12](#_bookmark162)], |
| Аж үйлдвэр | Нэмүү өртөгт суурилсан | Нэмүү өртөгт суурилсан | Бодит үйлдвэрлэлд суурилсан; сөрөг хэмнэлтийг тооцохгүй | Үлдэгдэл, үүнд бүтээгдэхүүний өртөг өөрчлөгдөх, үр ашиггүй үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй сөрөг хэмнэлтийн нөлөөлөл | Одиссей[[16](#_bookmark166)] (C.1-р зургийг харна уу) |
| Аж үйлдвэр | Бодит үйлдвэрлэлд суурилсан | Аль нь ч үгүй | Дээр дурдсаны адил | Дээр дурдсаны адил | Одиссейн хувилбар [[16](#_bookmark166)] |
| a Энгийн хэрэглээнд бусад нөлөөг авч үзэхгүй. Гэсэн хэдий ч, хэрэв энэ нөлөө нь мэдэгдэхүйц байвал аж үйлдвэрлэлийн хэсгийн зарцуулалтын (жишээ нь, ган) эсвэл түлшийг орлуулах нөлөөний талаарх мэдээлэл байгаа тохиолдолд үйл явцын хольцын өөрчлөлтийг авч үзэж болно. | | | | | |

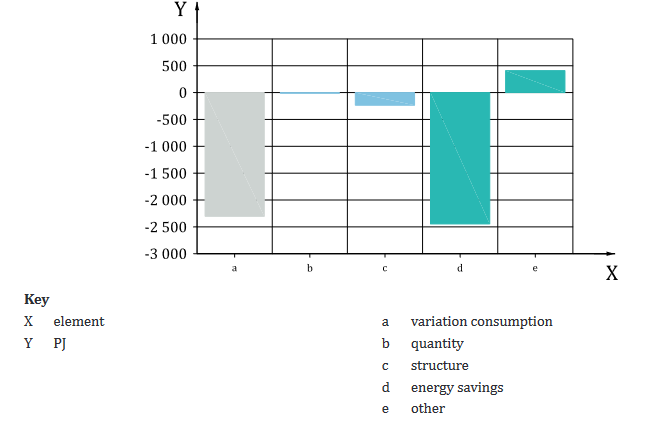
**Tab****le C.1 — Definition of other factors in the decomposition of the energy consumption for industry**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sector** | **Activity** | **Structure** | **Savings** | **Other** | **References** |
| Industry | Based on value added | Based on value added | Based on value added | Nonea | IEA[[8](#_bookmark158)], Ang[[12](#_bookmark162)], |
| Industry | Based on value added | Based on value added | Based on physical production; negative savings not accounted for | Residual, including the effect of changes in value of production and negative savings due to inefficient operation | Odyssee[[16](#_bookmark166)] (see [Figure C.1](#_bookmark147)) |
| Industry | Based on physical production | None | Same as above | Same as above | Odyssee variant[[16](#_bookmark166)] |
| a In the usual application, no other effects are considered. However, it would be possible to consider the change in process mix, provided that data are available on the consumption of an industrial branch by process (e.g. steel), or the effect of fuel substitution if this effect is significant. | | | | | |



ТАЙЛБАР Эх сурвалж: Одиссей[18].

**C.1-р зураг — ЕХ-ны салбарын зарцуулалтын зарцуулалт, ПЖ (2000-аас 2013)**



NOTE Source: Odyssee [18].

**Figure C.****1 — Variation industry consumption for the EU, in PJ (2000 to 2013)**

**C.2-р зураг — Тээвэрлэлтийн эрчим хүчний хэрэглээний задралын бусад хүчин зүйлийн тодорхойлолт**

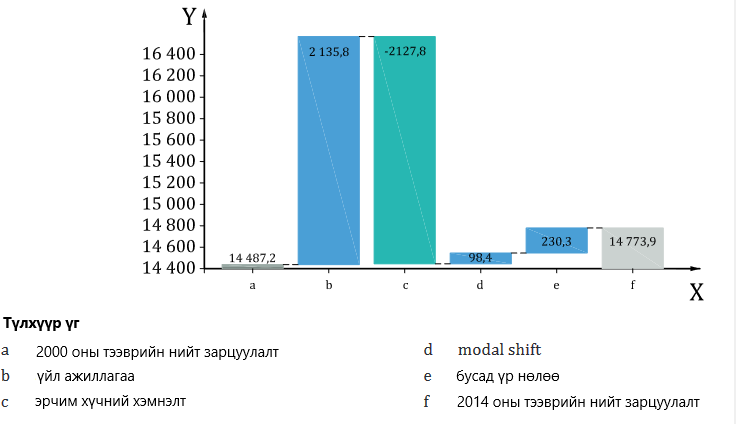
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Үйл ажиллагаа** | **Бүтэц** | **Хэмнэлт** | **Бусад зүйл** | **Эшлэл** |
| Хөдөлгөөнд суурилсан | Хэв загварын өөрчлөлт (хөдөлгөөнд суурилисан) | Тээвэрлэлтийн нэгжид ногдох эрчим хүчний зарцуулалтад суурилсан | Аль нь ч үгүй | ОУЭХА[[8](#_bookmark158)] |
| Хөдөлгөөнд суурилсан | Хэв загварын өөрчлөлт (хөдөлгөөнд суурилсан) | Тээвэрлэлтийн нэгжийн эрчим хүчний зарцуулалтад суурилсан; сөрөг хэмнэлтийг тооцохгүй | Тээврийн хэрэгслийн үр ашиггүй ажиллагаа болон онцлог чанарын үр нөлөөг агуулах үлдэгдэл | Одиссей[[16](#_bookmark166)] (C.2-р зургийг харна уу) |

C.2-р зурагд тээвэрлэлтийн жишээг үзүүлэв.

**Table C.2 — Definition of other factors in the decomposition of the energy consumption for transport**

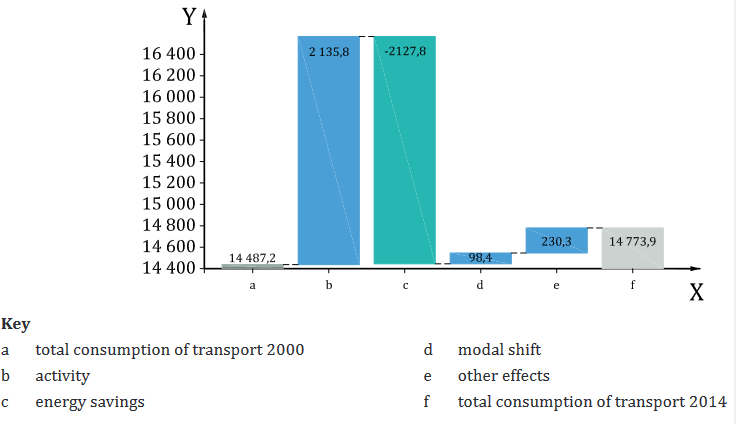
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Activity** | **Structure** | **Savings** | **Other** | **References** |
| Based on traffic | Modal shift (based on traffic) | Based on energy consumption per unit of traffic | None | IEA[[8](#_bookmark158)] |
| Based on traffic | Modal shift (based on traffic) | Based on energy consumption per unit of traffic; negative savings not accounted for | Residual, including the effect of inefficient  operation of vehicles and behaviours | Odyssee[[16](#_bookmark166)] (see [Figure C.2](#_bookmark148)) |

[Figure C.2](#_bookmark148) provides an example for transport.



ТАЙЛБАР Эх сурвалж: Одиссей [[18](#_bookmark168)].

**C.2-р зураг — ЕХ-ны тээврийн эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийн задаргаа (2000-2014 он)**



NOTE Source: Odyssee[[18](#_bookmark168)].

**Fig****ure C.2 — Decomposition of the variation of transport energy consumption in the EU (2000 to 2014)**

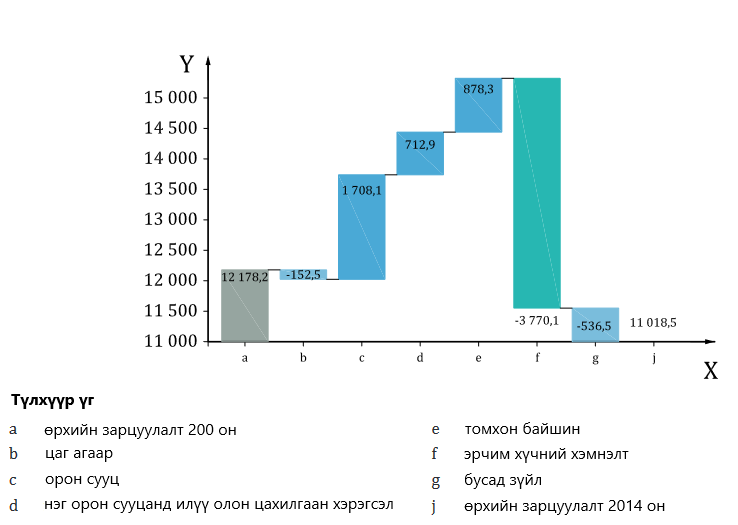
**C.3-р хүснэгт — Өрхийн эрчим хүчний зарцуулалтын задаргааны бусад хүчин зүйлийг тодорхойлох**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Үйл ажиллагаа** | **Бүтэц** | **Хэмнэлт** | **Бусад зүйл** | **Эшлэл** |
| Өрхийн тоонд суурилсан (эсвэл хувийн орон сууц) | Шалны талбай/ амьдрах орон зай, ахуйн хэрэгсэл эзэмшдэг (өөрөөр хэлбэл ахуйн хэрэгсэлтэй өрхийн % *i*) | Халаалт, хөргөлт, гэрэлтүүлэг/м2, орон сууцны зарцуулалт гэх мэт өөр өөр төрлийн заалт (ахуйн хэрэгсэл, хоол хийх) | Аль нь ч биш | ОУЭХА[[8](#_bookmark158)] |
| Өрхийн тоонд суурилсан (эсвэл хувийн орон сууц) | Аль нь биш | Халаалт, хөргөлт, гэрэлтүүлэг/м2, орон сууцны зарцуулалт гэх мэт өөр өөр төрлийн заалт (ахуйн хэрэгсэл, хоол хийх) | Цаг агаарын хүчин зүйл (заавал биш)  Амжиргааны түвшний хүчин зүйл:   * larger dwellings (floor area /dwelling) * more appliances per dwelling (appliance ownership)   Бусад хүчин зүйлс: үлдэгдэл, түүний доторх байдлын нөлөө | Одиссей[[16](#_bookmark166)] (C.3-р зургийг харна уу) |
| Өрхийн тоонд суурилсан (эсвэл хувийн орон сууц) | Аль нь биш | Орон сууцанд ноогдох зарцуулалт (ахуйн хэрэгсэл, хоол хийх) | Ахуйн хэрэгслийн амьжиргааны стандарт хүчин зүйл: нэг орон сууцанд илүү олон цахилгаан хэрэгсэл (ахуйн хэрэгсэл ашиглах)  Хоол хийхэд түлшийг оруулах хүчин зүйл | BIEE[[10](#_bookmark160)]  (C.4-р зургийг харна уу) |

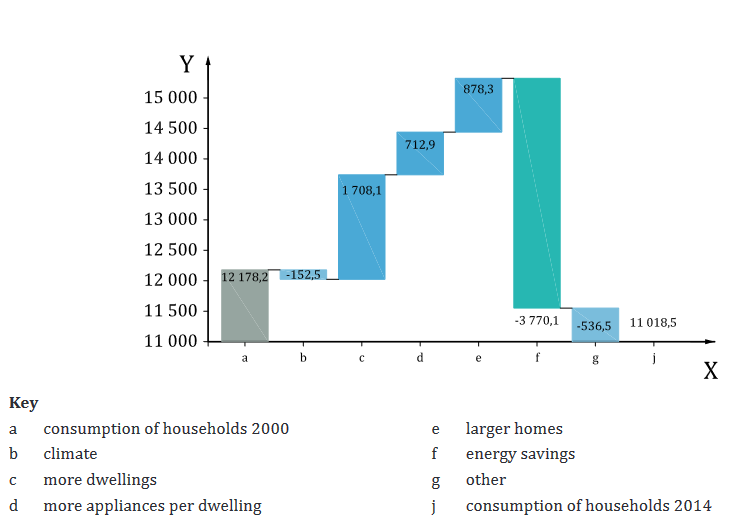
**Table C.3 — Definition of other factors in the decomposition of the energy consumption for households**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Activity** | **Structure** | **Savings** | **Other** | **References** |
| Based on number of households (or occupied dwellings) | Floor area/dwelling, appliance ownership (i.e. % of households with appliance i) | Various indicators, such as heating, cooling, light- ing /m2, consumption per dwelling (appliances, cooking) | None | IEA[[8](#_bookmark158)] |
| Based on number of households (or occupied dwellings) | None | Various indicators, such as heating, cooling, light- ing /m2, consumption per dwelling (appliances, cooking) | Climate factor (optional)  Living standard factor: | Odyssee[[16](#_bookmark166)] (see [Figure C.3](#_bookmark149)) |
|  |  |  | * larger dwellings (floor area /dwelling) * more appliances per dwelling (appliance ownership) |  |
|  |  |  | Other factors: residual, including the effect of be- haviours |  |
| Based on number of households (or occupied dwellings) | None | Consumption per dwell- ing (appliance, cooking) | Living standard factor for appliances: more applianc- es per dwelling (appliance ownership)  Fuel substitution factor for cooking | BIEE[[10](#_bookmark160)]  (see [Figure C.4](#_bookmark150)) |

|  |  |
| --- | --- |
| 1-Р ТАЙЛБАР Өгөгдлийг цаг агаарт тохируулаагүй тохиолдолд уур амьсгалын хүчин зүйл бий болно.  2-Р ТАЙЛБАР Хэрэв хөгжиж буй орнуудад хоол хийх түлшийг орлуулах хүчин зүйл байгаа бол хоол хийх хэмнэлтийг ашигтай эрчим хүчний тодорхой зарцуулалтаар тооцдог (В.2.3-ыг үзнэ үү).  3-Р ТАЙЛБАР Тоног төхөөрөмжийн хүчин зүйлийг *i* ахуйн хэрэгсэлд дараах байдлаар тооцно:    үүнд  өрхийн тоо;  *i* ахуйн хэрэгсэлтэй өрхийн хувь;  *i* ахуйн хэрэгслийн тодорхой зарцуулалт.  С.3-р зурагд өрхөд зориулсан жишээг үзүүлэв. | NOTE 1 A climate factor exists if data are not adjusted for weather.  NOTE 2 If a fuel substitution factor for cooking in developing countries exists, the savings for cooking are calculated with a specific consumption in useful energy (see [B.2.3](#_bookmark108)).  NOTE 3 The equipment factor is calculated for appliance *i* as follows:    where  is the number of households;  is the percentage of households with appliance *i*;  is the specific consumption of appliance *i*.  [Figure C.3](#_bookmark149) provides an example for households. |

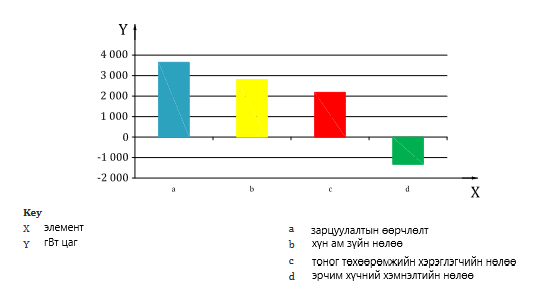
****

**C.3-р зураг — ЕХ-ны өрхийн эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийн задрал (2000 оноос 2014)**

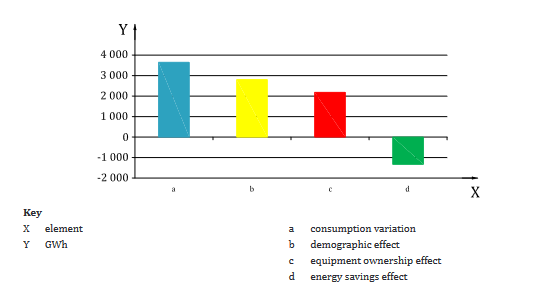


**Fig****ure C.3 — Decomposition of the variation of household energy consumption in the EU (2000 to 2014)**

|  |  |
| --- | --- |
| С.3-р зурагд ЕХ дахь өрхийн эрчим хүчний зарцуулалт 2000-2014 оны хооронд 1160 ПЖ-аар буурсан байна. Энэ өөрчлөлтийг тайлбарлах үндсэн таван хүчин зүйл бий. Үүнд:   * 152 ПЖ-аар зарцуулалтыг бууруулахад нөлөөлсөн хоёр жилийн уур амьсгалын өөрчлөлт ("уур амьсгалын хүчин зүйл"); * өрхийн тоо (эсвэл баригдаж байгаа орон сууц) өссөн нь зарцуулалтыг 1 708 ПЖ-аар (“тлүү олон орон сууц” эсвэл “үйл ажиллагааны хүчин зүйл”) нэмэгдүүлэхэд нөлөөлсөн; * ахуйн цахилгаан хэрэгсэл хэрэглэгчийн өсөлт, орон сууцны дундаж хэмжээ нэмэгдсэн нь цаашид 713 ПЖ болон 878 ПЖ ("амьжиргааны түвшний хүчин зүйл") нэмэгдэхэд нөлөөлсөн; * зарцуулалтыг 3 770 ПЖ болгож бууруулахад нөлөөлсөн эрчим хүчний хэмнэлт; * тохиромжит температур/дулаан бууралт нь зарцуулалтыг 536 ПЖ-аар бууруулсан.   С.4-р зурагд өрхөд зориулсан хоёр дахь жишээг үзүүлэв. | In [Figure C.3](#_bookmark149), the energy consumption of households in the EU between 2000 and 2014 decreased by 1 160 PJ. This variation is explained by five main factors:   * a difference in climate between the two years that contributed to reduce the consumption by 152 PJ (“climate factor”); * the increase in the number of households (or occupied dwellings), that contributed to raise the consumption by 1 708 PJ (“more dwellings” or “activity factor”); * the progression in the household appliance ownership and increase in the average size of dwellings that contributed to further increases of 713 PJ and 878 PJ, respectively (“living standard factor”); * energy savings that contributed to lower the consumption by 3 770 PJ; * a reduction in thermal comfort that decreased consumption by 536 PJ.   [Figure C.4](#_bookmark150) provides a second example for households. |

****

**C.4-р зураг – Бразил дахь хөргүүрийн ахуйн цахилгаан эрчим хүчний зарцуулалт (2005-аас 2012)**

****

**Figure C.4 – Household electricity consumption for refrigerators in Brazil (2005 to 2012)**

|  |  |
| --- | --- |
| C.4-р зурагд Бразилийн (2005-аас 2012 хүртэл 3 665 ГВт цаг) хөргүүрийн цахилгаан эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийг гурван үндсэн хүчин зүйлээр тайлбарлав. Үүнд:   * өрхийн тоо өссөн нь зарцуулалт 2805 ГВт цаг-аар нэмэгдэхэд нөлөөлсөн(“үйл ажиллагааны хүчин зүйл”); * цаашид 2180 ГВт цаг нэмэгдэхэд өрхийн хөргүүр эзэмшиж буй байдал нь нөлөөлсөн; * эрчим хүчний хэмнэлт нь зарцуулалтыг 1 320 ГВт цаг болгож бууруулахад нөлөөлсөн. | In figure C.4, the variation of the electricity consumption for refrigerators in Brazil (3 665 GWh from 2005 to 2012) is explained by three main factors:   * the increased number of households, that contributed to raise the consumption by 2 805 GWh (“activity factor”); * the progression in the household ownership of refrigerators that contributed to a further 2 180 GWh increase; * energy savings that contributed to lower the consumption by 1 320 GWh. |

**C.4-р хүснэгт — Үйлчилгээний эрчим хүчний зарцуулалтын задралаас бусад хүчин зүйлийн тодорхойлолт**

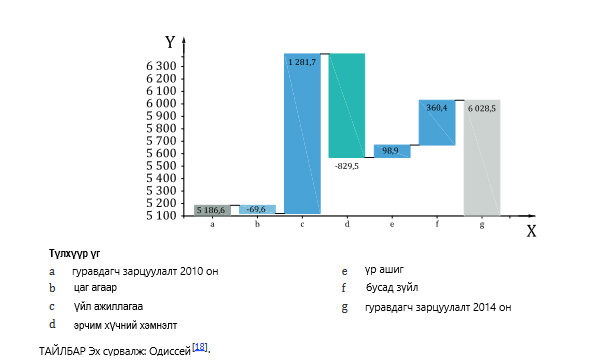
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Үйл ажиллагаа** | **Бүтэц** | **Хэмнэлтүүд** | **Бусад зүйл** | **Эшлэл** |
| нэмүү өртөгт суурилсан | нэмүү өртөгт суурилсан | нэмүү өртөгт суурилсан | алин ч үгүй | ОУЭХА[[8](#_bookmark158)] |
| ашиглалтад суурилсан | нэмүү өртөгт суурилсан | нэг ажилтанд ногдох зарцуулалтад суурилсан сөрөг хэмнэлтийг тооцоогүй | хөдөлмөрийн бүтээмжийн өөрчлөлтийн нөлөө орсон үлдэгдэл (нэг ажилтанд ногдох нэмүү өртөг болон сөрөг хэмнэлт) | Одиссей[[16](#_bookmark166)] ([C.5](#_bookmark152)-р зургийг харна уу) |
| ашиглалтад суурилсан | ашиглалтад суурилсан | нэг ажилтанд ногдох зарцуулалтад суурилсан сөрөг хэмнэлтийг тооцоогүй | сөрөг хэмнэлтийн нөлөө орсон үлдэгдэл | Одиссей хувилбар[[16](#_bookmark166)] |

[C.5](#_bookmark152)-р зурагд үйлчилгээний жишээ өгөгдсөн.

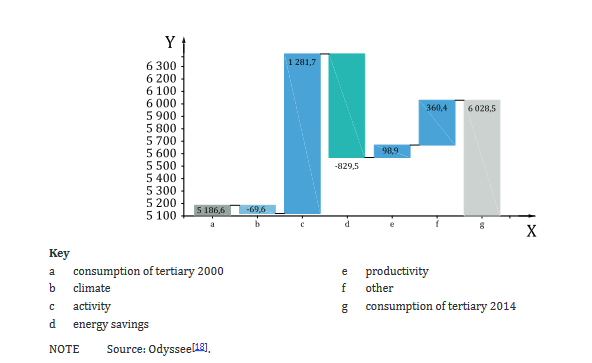
**Table C.4 — Definition of other factors in the decomposition of the energy consumption for services**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Activity** | **Structure** | **Savings** | **Other** | **References** |
| Based on value added | Based on value added | Based on value added | None | IEA[[8](#_bookmark158)] |
| Based on employment | Based on value added | Based on consumption per employee, negative savings not accounted for | Residual, including the effect of changes in labour productivity (value added per employee and negative savings) | Odyssee[[16](#_bookmark166)] (see [Figure C.5](#_bookmark152)) |
| Based on employment | Based on employment | Based on consumption per employee, negative savings not accounted for | Residual, including the effect of negative savings | Odyssee variant[[16](#_bookmark166)] |

[Figure C.5](#_bookmark152) provides an example for services.



**С.5-р зураг — ЕХ-ны үйлчилгээний эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийн задаргаа (2000-2014 он)**



**F****igure C.5 — Decomposition of the variation of the energy consumption in services in the EU (2000 to 2014)**

|  |  |
| --- | --- |
| **D хавсралт**  (мэдээллийн)  **Эрчим хүчний зарцуулалтын цаг агаарын залруулга**  Эрчим хүчний зарцуулалтад нөлөөлж буй цаг агаарын нөхцөл байдлын өөрчлөлтийг харгалзан эрчим хүчний зарцуулалтын үзүүлэлтүүдийг тохируулах шаардлагатай.  Халаалт болон хөргөлтөд (жишээ нь ихэвчлэн орон сууц болон үйлчилгээний салбар) ихээхэн хэмжээний эрчим хүч хэрэглэдэг салбарууд болон тухайн жилээс дараагийн жил хүртэл цаг агаарын эрс өөрчлөлттэй улс орнуудад зохицуулалт хийх шаардлагатай. Цаг агаарын залруулгын төлөөллөх тооцооллыг конвекцоор халаах болон хөргөх аль алиныг нь (D.1)-р томьёогоор тооцоолдог.  (D.1)  *t* жилийн хэвийн цаг агаар дахь эрчим хүчний зарцуулалт (жишээ нь );  *t* жилийн статистикийн жилийн эрчим хүчний зарцуулалт;  халаалтын үеийн цаг агаарын тохируулгын хүчин зүйл; Энэ нь халаалтын градусын өдрийн хэвийн тоо болон халаалтын улирлын хэм хоног (хэвийн цаг агаарт 1-тэй тэнцүү, ердийнхөөс хүйтэн цаг агаарт 1-ээс дээш, ердийнхөөс дулаан бол 1-ээс доош) бодит тоо хоёрын харьцаа  жилийн эрчим хүчний зарцуулалтын дундаж конвекцоор халаах эзлэх хувь;  хөргөлтийн үеийн цаг агаарын тохируулгын хүчин зүйл; энэ нь хөргөлтийн градусын өдрийн хэвийн тоо ба хөргөлтийн градусын өдрийн бодит тоо хоорондын харьцаа;  жилийн эрчим хүчний зарцуулалтын хөргөлтийн дундаж хувь;  *t* тооцооллын жил.  Халаалтын улирлын хэм хоногийн тоо нь өвлийн ширүүн уур амьсгалаас үүдэн халаалтын зарцуулалтыг илэрхийлэхэд ашигладаг үзүүлэлт юм. Үүнийг халаалтын үеийн дотоод орчны жишиг температур болон гадаа орчны дундаж температурын зөрүүний өдөр бүрийн нийлбэрээр тооцно. Халаалтын улирлын хэм хоногийн утга нь улс орон бүрт (ерөнхийдөө 18 °C) өөр өөр байдаг дотоод орчны жишиг температурын түвшнээс хамаарна. Жишээ нь гадаа орчны дундаж температур 5 °C байвал халаалтын улирлын хэм хоног = 13 (18 - 5) байна.  Хүйтний улирлын хэм хоногийн тоог гадаа орчны дундаж температур болон дотор орчны жишиг температурын зөрүүний хүйтний үеийн өдөр бүрийн нийлбэрээр олно. Хүйтний улирлын хэм хоногийн утга нь дотоод орчны жишиг температураас (жишээ нь АНУ-д 20 °C эсвэл ЕХ-ны орнуудад 23 °C байна) хамаарна.  Халаалтын улирлын хэм хоногийн тоо нь халаалтын үеийн (эсвэл хүйтний улирал) туршид, ихэвчлэн 20-30 жилээс (жишээлбэл, ЕХ-ны орнуудад Евростатын хувьд 25 жил, бусад улсуудын хувьд 20 жил) их хэм хоногийн өдрүүдийн олон жилийн дундаж юм. Жилийн тоон эх сурвалжаас хамааран авч үздэг. Үүнийг тогтсон үе (жишээ нь Евростатын хувьд 1980-2004 он) эсвэл шилжилтийн үед тооцоолж болно.  Одиссей[7]-д халаалт зарцуулалтын хэсэг нь хэм хоногоос хамааралгүй гэдгийг харгалзан зөвхөн конвекцоор халаах халаалтын зарцуулалтын зөвхөн нэг хэсэгт (жишээ нь 90%) залруулга хийдэг.  Тооцооллын үр дүнг танилцуулахдаа цаг агаарыг тохируулахдаа хийсэн сонголтыг зааж өгнө | **Annex D**  (informative)  **Climatic corrections of energy consumption**  Energy consumption figures should be adjusted for variations of weather conditions that influence energy consumption. The adjustment is necessary for sectors with a significant use of energy for heating or cooling (e.g. mainly residential and service sectors) and for countries with strong weather variations from one year to the other. A representative calculation of climatic corrections is given by [Formula (D.1)](#_bookmark155) for both space heating and space cooling:  (D.1)  is the energy consumption at normal climate at year *t* (i.e. with climatic corrections);  is the annual energy consumption from statistics at year *t*;  is the adjustment factor for weather over the heating period; this is the ratio between the normal number of heating degree-days and the actual number of heating degree-days (equal to 1 for normal weather, over 1 for colder weather than normal, and below 1 for warmer weather than normal);  is the average space heating fraction of annual energy consumption;  is the adjustment factor for weather over the cooling period; this is the ratio between the normal number of cooling degree days and the actual number of cooling degree days;  is the average cooling fraction of annual energy consumption;  *t* is the year of calculation.  The number of heating degree days is an indicator of winter severity, and thus of a heating requirement. It is calculated as the sum over each day of the heating period of the difference between a reference indoor temperature and the average outside temperature. The heating degree days value depends on the level of the reference indoor temperature, which can vary between countries (typically 18 °C). If, for example, the average outdoor temperature of a day is 5 °C, the heating degree days = 13 (18 – 5).  The number of cooling degree days is the sum over each day of the cooling period of the difference between the average outside temperature and a reference indoor temperature. The cooling degree days value depends on the reference indoor temperature (e.g. 20 °C in the USA or 23 °C in EU countries).  The normal number of heating degree days (or cooling degree days) is the long-term average number of degree days over the heating (or cooling) period, usually over 20 to 30 years (e.g. 25 years for Eurostat in EU countries, 20 years for some countries). The number of years taken into account depends on the source. It can be calculated over a fixed period (e.g. 1980 to 2004 for Eurostat) or a moving period.  In Odyssee[[7](#_bookmark157)], the correction is only done for part of the space heating consumption (e.g. 90 %), to account for the fact that part of the heating consumption is not dependent on degree days.  The choices made in weather adjustment should be specified when presenting the calculation results. |

**Ном зүй**

1. ISO/IEC 13273-1:2015, Эрчим хүчний үр ашиг болон сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсгүүр *— Олон улсын нийтлэг нэр томьёо — 1 дүгээр хэсэг: Эрчим хүчний үр ашиг*
2. ISO 17742:2015, *Улс орон, бүс нутаг болон хотуудын эрчим хүчний үр ашиг болон хэмнэлтийн тооцоо*
3. ISO 17743, *Эрчим хүчний хэмнэлт — Эрчим хүчний хэмнэлтийг тооцоолох, тайлагнах аргачлалын ерөнхий бүтцийн тодорхойлолт*
4. ISO 50001:2018, *Эрчим хүчний менежментийн тогтолцоо — Хэрэглэх заавар бүхий гарын авлага*
5. ISO 50006:2014, *Эрчим хүчний менежментийн тогтолцоо — Эрчим хүчний суурь түвшин (ЭХТ) болон эрчим хүчний үзүүлэлтийн заалтыг (ЭХЗ) ашиглан эрчим хүчний зарцуулалтыг хэмжих*
6. ISO 50047:2016, *Эрчим хүчний хэмнэлт — Байгууллагын эрчим хүчний хэмнэлтийг тодорхойлох*
7. Odyssee-Mure төсөл. Enerdata/ эрчим хүч болон цаг уурын асуудалд дүн шинжилгээ хийх, урьдчилан таамаглах чиглэлээр мэргэшсэн бие даасан судалгааны компани/. Дараах холбоосоор авах боломжтой: [http://www.odyssee-mure.eu](http://www.odyssee-mure.eu/)
8. Олон улсын эрчим хүчний агентлаг (ОУЭХА). *Эрчим хүчний үр ашгийн заалт: Бодлого боловсруулахад зайлшгүй шаардлагатай зүйлс. IEA, 2014*
9. Дэлхийн эрчим хүчний консул (ДЭХК). *Дэлхийн эрчим хүчний хэтийн төлөв: Эрчим хүчний үр ашиг: Тогтвортой байдалд хүрэх, 2016. Энэ холбоосоос үзэж болно:* [https://www.worldenergy.org/assets/downloads/ EnergyEfficiencyAStraightPathFullReport.pdf](https://www.worldenergy.org/assets/downloads/EnergyEfficiencyAStraightPathFullReport.pdf)
10. ECLAC. Латин Америкийн эрчим хүчний үр ашгийг хянах. ECLAC, 2016. Эндээс үзэж болно: <https://www.cepal.org/en/publications/40809-monitoring-energy-efficiency-latin-america>
11. *Газар дундын тэнгисийн орнуудын эрчим хүчний үр ашгийн заалт.* ADEME болон ANME, Enerdata (Франц) болон Alcor (Тунис) техникийн дэмжлэгтэйгээр. Эндээс үзэх боломжтой: <http://medener-indicateurs.net/uk/>
12. Ang B.W., Liu N. Эрчим хүчний задаргааны үнэлгээ: IEA загвар бусад аргуудтай харьцуулахад. *Эрчим хүчний бодлого*. 2007, 35(3), pp. 1426–1432
13. Gerdes J., Boonekamp P.G.M. *Одессейн үзүүлэлтүүдийн тодорхойгүй байдал болон эрчим хүчний хэмнэлт – Арга зүй боловсруулах, эхний үр дүн. Арга зүй болон эхний үр дүнг сайжруулах*. ECN, 2011
14. Boonekamp P.G.M et al. Сайжруулсан заалт - Бүтцийн нөлөөллийг арилгах, хамрах хүрээг нэмэгдүүлэх. ECN, IEE төсөл Odyssee/MURE, ADEME, 2011
15. Lapillonne B., Pollier K. ODYSSEE дахь ODEX заалтуудын тодорхойлолт, Enerdata / эрчим хүч болон цаг уурын асуудалд дүн шинжилгээ хийх, урьдчилан таамаглах чиглэлээр мэргэшсэн бие даасан судалгааны компани/, IEE төсөл Odyssee/MURE, 2010. Дараах холбоосоор харах болмжтой: <https://www.odyssee-mure.eu/publications/other/odex-indicators-database-definition.html>
16. Lapillonne B., Pollier K. Эрчим хүчний зарцуулалтын өөрчлөлтийг тодорхойлох. IEE project Odyssee/ MURE, ADEME, 2014. Дараах холбоосоор харах болмжтой: <http://www.indicators.odyssee-mure.eu/php/odyssee>-decomposition/documents/interpretation-of-the-energy-consumption-variation-glossary.pdf
17. Sato K. Хамгийн тохиромжтой бүртгэлийн өөрчлөлтийн индексийн дугаар. Эдийн засаг болон статистикийн тойм. 1976, 58, pp. 223– 228
18. Одессей задралын хэрэгсэл. Enerdata /эрчим хүч болон цаг уурын асуудалд дүн шинжилгээ хийх, урьдчилан таамаглах чиглэлээр мэргэшсэн бие даасан судалгааны компани/. Дараах холбоосоор харах боломжтой <http://www.indicators.odyssee-mure.eu/> decomposition.html
19. Задаргааны арга зүйг харьцуулах. Enerdata эрчим хүч болон цаг уурын асуудалд дүн шинжилгээ хийх, урьдчилан таамаглах чиглэлээр мэргэшсэн бие даасан судалгааны компани/. Дараах холбоосоор харах боломжтой: <http://www.odyssee-mure.eu/publications/other/>
20. *Аж үйлдвэрийн эрчим хүчний хэмнэлтийн ерөнхий чиглэл болон бодлого: ODYSSEE болон MURE өгөгдлийн санд суурилсан дүн шинжилгээ. ADEME-ийн зохицуулсан ODYSSEE-MURE төсөл, 2015 он*

**Bibliography**

1. ISO/IEC 13273-1:2015, *Energy efficiency and renewable energy sources — Common international terminology — Part 1: Energy efficiency*
2. ISO 17742:2015, *Energy efficiency and savings calculation for countries, regions and cities*
3. ISO 17743, *Energy savings — Definition of a methodological framework applicable to calculation and reporting on energy savings*
4. ISO 50001:2018, *Energy management systems — Requirements with guidance for use*
5. ISO 50006:2014, *Energy management systems — Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) — General principles and guidance*
6. ISO 50047:2016, *Energy savings — Determination of energy savings in organizations*
7. Odyssee-Mure project. Enerdata. Available at: [http://www.odyssee-mure.eu](http://www.odyssee-mure.eu/)
8. International Energy Agency (IEA). *Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making. IEA, 2014*
9. World Energy Council (WEC). *World Energy Perspective: Energy Efficiency: A straight path to sustainability, 2016. Available at:* [https://www.worldenergy.org/assets/downloads/ EnergyEfficiencyAStraightPathFullReport.pdf](https://www.worldenergy.org/assets/downloads/EnergyEfficiencyAStraightPathFullReport.pdf)
10. ECLAC. Monitoring energy efficiency in Latin America. ECLAC, 2016. Available at: <https://www.cepal.org/en/publications/40809-monitoring-energy-efficiency-latin-america>
11. *Energy Efficiency Indicators for Mediterranean Countries*. ADEME and ANME, with the technical support of Enerdata (France) and Alcor (Tunisia). Available at: <http://medener-indicateurs.net/uk/>
12. Ang B.W., Liu N. Energy Decomposition Analysis: IEA model versus other methods. *Energy Policy*. 2007, 35(3), pp. 1426–1432
13. Gerdes J., Boonekamp P.G.M. *Uncertainty in Odyssee indicators and energy savings – Development of a methodology and first results*. ECN, 2011
14. Boonekamp P.G.M et al. Improved indicators - removal of structural effects and increased coverage.ECN, IEE project Odyssee/MURE, ADEME, 2011
15. Lapillonne B., Pollier K. Definition of ODEX indicators in ODYSSEE., Enerdata, IEE project Odyssee/MURE, 2010. Available at: <https://www.odyssee-mure.eu/publications/other/odex-indicators-database-definition.html>
16. Lapillonne B., Pollier K. *Understanding variation in energy consumption*. IEE project Odyssee/ MURE, ADEME, 2014. Available at: <http://www.indicators.odyssee-mure.eu/php/odyssee>-decomposition/documents/interpretation-of-the-energy-consumption-variation-glossary.pdf
17. Sato K. The ideal log-change index number. *Review of Economics and Statistics*. 1976, 58, pp. 223– 228
18. Odyssee decomposition tool. Enerdata. Available at <http://www.indicators.odyssee-mure.eu/> decomposition.html
19. Comparison of decomposition methodologies. Enerdata. Available at: <http://www.odyssee-mure.eu/publications/other/>
20. *Energy Efficiency Trends and Policies in Industry: An Analysis Based on the ODYSSEE and MURE Databases.* ODYSSEE-MURE project coordinated by ADEME, 2015