

Energisanceringsprojekt i höghus

Carl Johan Emil Rönnblad

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Distribuerade Energisystem
Identifikationsnummer:	
Författare:	Carl Johan Emil Rönnblad
Arbetets namn:	Energiseringsprojekt i höghus
Handledare (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Uppdragsgivare:	
<p>Sammandrag:</p> <p>Detta examensarbete behandlar olika möjligheter för att energisnera ett höghus. Det finns flera sätt att genomföra en energisnering och i detta arbete presenteras ett alternativ. Förutom vilka lagstiftningar och standarder som måste följas behandlar examensarbetet också vilka energikrav det sätts på energisnering i dagens läge. Hur värmeförluster i byggnader beräknas och hur det går att minska dem diskuteras. Examensarbetet är gjort från en VVS-planerares perspektiv och innehåller en genomgång av planeringsprocessen. Till slut görs planeringsarbetet och planritningar för nya VVS-system. Slutresultatet är olika sätt på hur det är möjligt att öka en gammal byggnads energiprestanda.</p>	
Nyckelord:	Energiserings, VVS-planering, Energikrav, Tilläggsisolering
Sidantal:	34 + 34
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Distribuerade Energisystem
Identification number:	
Author:	Carl Johan Emil Rönnblad
Title:	Energy renovation of a residential building
Supervisor (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Commissioned by:	
<p>Abstract:</p> <p>This thesis is about the different possibilities to renovate a residential building and make it more energy efficient. There are many ways of doing this and this is just one alternative. In addition to the laws and standards that must be followed, the energy requirements of today will be presented. How heat loss in buildings are calculated and how it is possible to reduce them is also discussed. This thesis is from an HVAC-planners perspective and includes a review of the planning process. The planning and floor plans for the new HVAC-systems will be presented at the end of this thesis. The end result is different ways of how to increase an old building's energy performance.</p>	
Keywords:	Energy renovation, HVAC-planning, Energy requirements, Insulation
Number of pages:	34 + 34
Language:	Swedish
Date of acceptance:	

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Distribuerade Energisystem
Tunnistenumero:	
Tekijä:	Carl Johan Emil Rönblad
Työn nimi:	Kerrostalon energiasaneerausprojekti
Työn ohjaaja (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Toimeksiantaja:	
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää kerrostalon erilaisista energiasaneeraus mahdollisuuksista. Mahdollisuuksia on monia ja tämä opinnäytetyö käsittelee yhtä niistä. Lakien ja standardien lisäksi työ käsittelee sitä, minkälaisia energiavaatimuksia saneerausprojekteissa nykyään on. Työssä pohditaan myös sitä, miten talojen lämpöhäviötä voidaan arvioida ja miten se voidaan minimoida. Opinnäytetyö on tehty LVI-suunnittelijan näkökulmasta ja sisältää suunnitteluprosessin läpikäynnin. Työn lopuksi tehdään suunnittelutyö sekä LVI-suunnitelmat kerrostalolle. Lopputuloksena on eri vaihtoehtoja miten rakennuksen energiatehokkuutta voi parantaa.</p>	
Avainsanat:	Energiasaneeraus, LVI-suunnittelu, Energiavaatimus, Lisäeristys
Sivumäärä:	34 + 34
Kieli:	Ruotsi
Hyväksymispäivämäärä:	

INNEHÅLL

1	Inledning.....	8
2	Byggnaden	8
3	Lagstiftningar och standarder	9
4	Energikrav	10
4.1	Energicertifikat.....	12
5	Effektbehov och värmeförlust beräkningar	13
5.1	Effektbehov för byggnader	13
5.2	U-värde	13
5.3	Värmeförluster	14
5.3.1	<i>Köldbryggor</i>	<i>15</i>
5.4	Luftläckage	15
5.5	Ventilationssystemets effektbehov	16
5.6	Uppvärmning av tappvatten	17
6	Fasadens tilläggsisolering	18
6.1	Olika alternativ för tilläggsisolering	18
6.1.1	<i>Isolering med putsyta</i>	<i>19</i>
6.1.2	<i>Tegel mantel.....</i>	<i>20</i>
6.1.3	<i>Fasadbeklädnad.....</i>	<i>20</i>
6.2	Jämförelse mellan gamla och andra fasad alternativ	21
6.2.1	<i>Val av fasad.....</i>	<i>21</i>
6.2.2	<i>Val av fönster och balkongdörr.....</i>	<i>22</i>
7	VVS-planeringsprocessen.....	23
7.1	Behovsutredning.....	23
7.2	Projektering	23
7.3	Skissplanering	24
7.4	Utförandeplanering	24
8	VVS-planeringen	25
8.1	Värmesystem.....	25
8.1.1	<i>Fjärrvärme</i>	<i>25</i>
8.1.2	<i>Val av värmesystem</i>	<i>25</i>
8.2	Vatten- och avloppssystem	26
8.2.1	<i>Vattenförbrukning</i>	<i>26</i>
8.2.2	<i>Val av vatten- och avloppssystem.....</i>	<i>26</i>

8.3	Ventilationssystem.....	27
8.3.1	<i>Naturlig ventilation</i>	27
8.3.2	<i>Från- och tilluftssystem</i>	27
8.3.3	<i>Val av ventilationssystem</i>	28
9	Slutsats	29
10	Källor	30
11	Bilagor	34
	Bilaga 1 U-värdes beräkningar	
	Bilaga 2 Värmeförluster	
	Bilaga 3 Luftläckage	
	Bilaga 4 Vatten- och avloppssystemets flöden	
	Bilaga 5 Vallox BlueSky luftfördelningssystem	
	Bilaga 6 Planritningar	

Figurer

Figur 1 Uppbyggnaden av Finlands byggbestämmelsesamling (2015)	9
Figur 2 Byggnadens energicertifikat (2007).....	12
Figur 3 Yttervägg med isolering och tjockputs (Paroc 2015a).....	19
Figur 4 Yttervägg med tegelfasad (Paroc 2015b).....	20
Figur 5 Yttervägg med fasadbeklädnad (Paroc 2015c)	21
Figur 6 Skaala Alfa 40 fönster (Skaala ikkunakuvasto 2015).....	22
Figur 7 Purmo Compact C21 värmeelement (Purmo tekninen esite 06/2013 v.2).....	25
Figur 8 Vallox BlueSky luftfördelningssystem (Vallox 2015)	28

Tabeller

Tabell 1 Jämförelse mellan gamla och nya fasad alternativ	21
---	----

1 INLEDNING

Byggander använder cirka 40 procent av Finlands energi. Med saneringsprojekt som förbättrar bygganders energiförbrukning är det möjligt att spara stora mängder energi. Energireglerna i Finland och Europeiska Unionen blir strängare hela tiden och det kommer högre krav på byggnaders energiprestanda allt oftare. Energiförbrukningen är lättare att uppnå i nybyggen på grund av att allting görs från början medan det inte alltid är lika lätt i saneringsprojekt.

Målet med detta examensarbete är att gå igenom byggtekniska lösningar och hur man med hjälp av VVS-planering vid ett energisameringsprojekt kan påverka en gammal byggnads energiförbrukning. Grunderna till projektet är att hela byggnadsskiktet rivs förutom byggnadsstommen. Slutresultatet är ett alternativ på en teknisk lösning för ett energisameringsprojekt i ett höghus och planritningar för VVS-system som följer de lagstiftningar och standarder som finns i Finland. Planritningarna hittas som bilaga 6 i slutet av arbetet.

2 BYGGNADEN

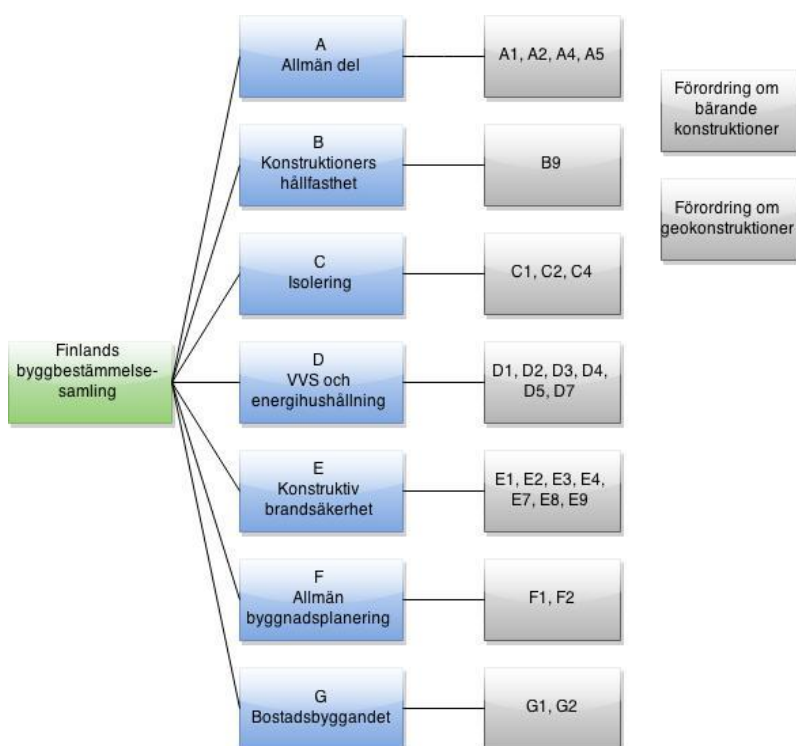
Byggnaden är ett betongelement höghus byggt 1974 och består av en nedre källare, källare, 9 våningar och en vind. Det finns 69 lägenheter som varierar från 29,5 m² till 116 m². Våningarna 1-6 och 7-9 är identiska. Byggnaden har naturlig ventilation och är kopplad till fjärrvärmenätet. Byggnaden har en bruttoarea på 5736 m² och har energiklass E (189 kWh/brm²/år).

3 LAGSTIFTNINGAR OCH STANDARDER

Vid VVS-planerings processen måste markanvändnings- och bygglagen samt byggnadsförordningen följas. Utöver dessa finns det Finlands byggbestämmelsesamling som innehåller byggnadstekniska föreskrifter och anvisningar. Byggbestämmelsernas föreskrifter måste följas medan anvisningarna inte är obligatoriska utan rekommendationer. Även andra lösningar kan användas så länge de uppfyller kraven på byggande. (Miljöministeriet 2015)

Finlands byggbestämmelsesamling gäller endast nybyggen. Ifall det är frågan om sanering eller reparationer är de inte obligatoriska om det inte tydligt står så i dem. Vid planering försöker de ändå följas så länge det är möjligt. (Miljöministeriet 2015)

Finlands byggbestämmelsesamling är uppdelad i sju olika sektioner, vilka sedan består av underkategorier. Bilden nedan (Figur 1) visar hur samlingen är uppbyggd. De viktigaste sektionerna för VVS-planering och vilka som har tillämpats i de olika skedena av planeringen framkommer senare i arbetet.



Figur 1 Uppbyggnaden av Finlands byggbestämmelsesamling (2015)

4 ENERGIKRAV

Europeiska unionens klimat- och energipolitiska mål är att minska växthusgasers utsläpp med 20 procent, öka förnybara energikällor med 20 procent samt att förbättra energiprestandan med 20 procent, före år 2020. Energikonsumtionen i Finland måste alltså sjunka betydligt, samtidigt som användningen av förnybara energikällor måste öka. (Miljöministeriet 2013b)

Av all energiförbrukning är byggnadernas andel cirka 40 procent i Finland. Största delen av energiförbrukningen går åt till uppvärmning, varmvatten, belysning och nedkylning. I enlighet med de tidigare nämnda klimat- och energipolitiska målen är Finlands mål att minska energiförbrukningen med cirka 25 procent och koldioxidutsläppet med cirka 45 procent i existerande byggnader före år 2050. Det kortsiktiga målet är att minska energiförbrukningen med cirka 6 procent före år 2020. Detta är möjligt med att minska värmeförluster, använda effektivare aggregat för att ta värmen tillvara och minska elförbrukningen. Dessutom förespråkas förnybara energikällor. (Miljöministeriet 2013b)

Om det görs reparationsarbete eller ändring av användningsändamålet i byggnader som behöver bygglov eller åtgärdstillstånd, tillämpas ”Miljöministeriets förordning om förbättring av byggnaders energiprestanda vid reparations- och ändringsarbeten”. Det finns vissa undantag när denna förordning inte behöver följas. Till dem hör bland annat byggnader som är skyddade, byggnader på högst 50 m², jordbruks- och fritidsbyggnader där det inte bos året runt, växthus och byggnader där det sker religiös verksamhet. (Miljöministeriet 2013a)

Om det är tekniskt, funktionellt och ekonomiskt möjligt skall det alltid användas högeffektiva system när det planeras en större sanering av byggnader. Det finns också en skyldighet att använda smarta mätaren och styrsystem som sparar energi. (Miljöministeriet 2013b)

Det finns olika sätt att förbättra energiprestandan för en byggnad. Miljöministeriets förordning om förbättring av byggnaders energiprestanda vid reparations- och ändringsarbeten innehåller krav på planeringen av byggnadsdelar och tekniska system, i form av U-värde och eleffekt. Det går också att räkna energiförbrukningen enligt byggnadskate-

gori eller göra en förbättring av den totala energiförbrukningen. När byggnadsprojektet börjar kan ett eller flera av dessa tre alternativ väljas för att förbättra byggnadens energiprestanda. (Miljöministeriet 2013a)

Det första alternativet ställer krav på byggnadsdelarnas U-värde. Till exempel måste U-värdet på en yttervägg halveras eller högst vara $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. I alternativ två förbättras den totala årliga energiförbrukningen för byggnaden enligt vilken byggnadskategori den hör till. Denna förbrukning mäts på årsnivå enligt $\text{kWh}/\text{m}^2/\text{år}$ och för bostadsvåningshus är den $\leq 130 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{år}$. (Miljöministeriet 2013a)

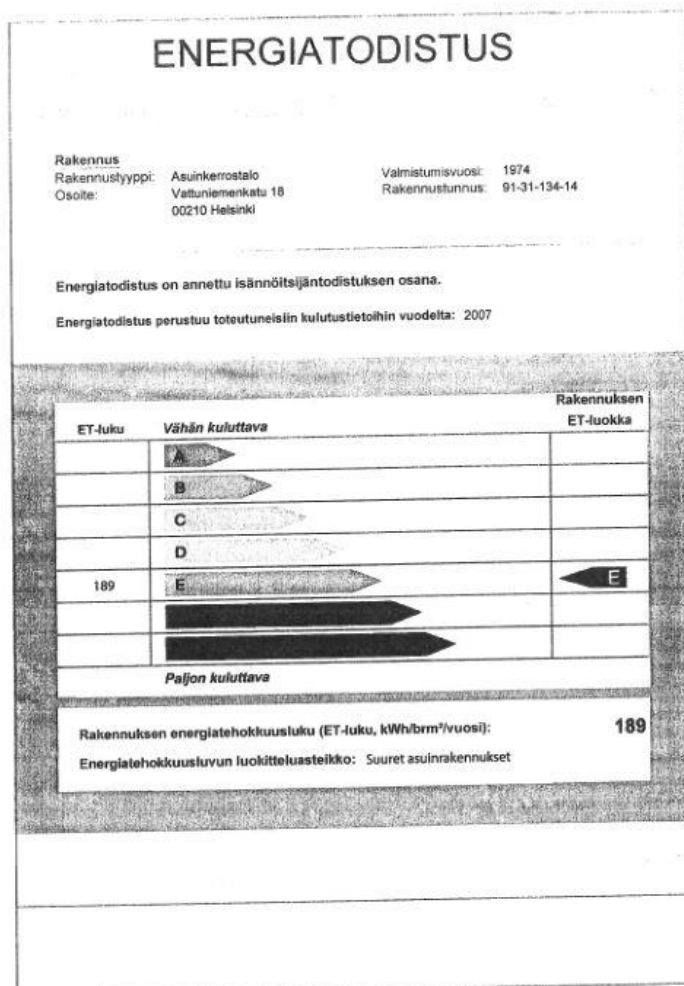
Det tredje, och sista, alternativet är att beräkna byggnadens energiförbrukning enligt E-talet som har enheten KWh/m^2 och en beräkningsperiod på ett år. E-tal används för nybyggen och är baserat på standardanvändningen av byggnader. Vid förbättring av energiprestandan i gamla byggnader räknas E-talet som för nybyggen och multipliceras med en faktor enligt kraven. Bostadsvåningshus går enligt E-talet $\leq 0,85 * \text{det beräknade E-talet}$. (Miljöministeriet 2013b)

E-talet fås genom att beräkna den totala årliga förbrukningen av köpt energi per uppvärmd nettoarea. Totala förbrukningen multipliceras sedan med en energiformsfaktor på basen av vilken typ av energi det handlar om. Nedan framkommer energiformsfaktorerna för de olika energiformerna som tas från byggbestämmelsesamlingen D3 formel 2.1.3: (D3 2012)

- El	1,7	(2.1.3)
- Fjärrvärme	0,7	
- Fjärrkyla	0,4	
- Fossila bränslen	1,0	
- Förnybara bränslen som används i byggnaden	0,5	

4.1 Energicertifikat

Energicertifikat är ett sätt att jämföra byggnaders energiprestanda. Energicertifikat har krävts sedan 2008 för nya byggnader och från 2009 för stora gamla byggnader. Byggnader får en energiklass från A-G, var A-klassen är den mest energieffektiva. På detta sätt är det lätt att jämföra byggnaders energiprestanda vid köp och hyrning, vilket kan vara viktigt för köparen eller den som hyr bygganden. På energicertifikatet finns det förslag på åtgärder som kan göras för att påverka vilken energiprestandaklass byggnaden har. Vanligaste sätten att påverka är bättre värmeisolering, förbättring av ventilationssystemet och användning av förnybar energi. En behörig person gör alltid upp energicertifikatet och det är i kraft 10 år. Om det görs förbättringar i byggnadens energiprestanda är det ändå skäl att uppdatera certifikatet tidigare. (Motiva. 2013)



Energiatodistus perustuu lakiin rakennusten energiatodistuksesta (487/2007) ja 19.6.2007 annettuun ympäristöministeriön asetukseen energiatodistuksesta. Tämä energiatodistus on asetuksen liitteeseen 3 mukainen.

Figur 2 Byggnadens energicertifikat (2007)

5 EFFEKTBEHOV OCH VÄRMEFÖRLUST BERÄKNINGAR

5.1 Effektbehov för byggnader

För att kunna välja utrymmens värmeaggregat måste uppvärmningssystemets effektbehov beräknas. Detta görs i allmänhet enskilt för varje utrymme. De faktorer som inverkar på ett utrymmes effektbehov är värmeförluster genom konstruktionen, luftläckage och ventilation. Utomhus temperaturen inverkar på effekten som behövs och dimensioneras enligt ort. Vilken utomhus temperatur som används för varje ort finns i byggbestämmelsesamlingen D3. (D5 2012)

Den effekt som behövs för utrymmens uppvärmningssystem beräknas med hjälp av formeln 9.2 från byggbestämmelsesamlingen D5:

$$\phi_{\text{tila}} = \phi_{\text{joht}} + \phi_{\text{vuotoilma}} + \phi_{\text{tuloilma}} + \phi_{\text{korvausilma}} \quad (9.2)$$

där

ϕ_{tila} värmeeffekt som behövs för utrymmesuppvärmningssystemet, W

ϕ_{joht} effektbehov för kompensering av ledningsförluster genom byggnadsmanteln, W

$\phi_{\text{vuotoilma}}$ värmeeffekt som behövs för uppvärmning av läckluft, W

ϕ_{tuloilma} effektbehov för uppvärmning av tilluft inne i byggnaden, W

$\phi_{\text{korvausilma}}$ effektbehov för uppvärmning av ersättande luft inne i byggnaden, W.

Hela byggnadens effektbehov fås enligt beräkningarna senare i detta kapitel:

$$\phi_{\text{tila}} = 38,7 \text{ kW} + 29 \text{ kW} + 10,8 \text{ kW} = 78,5 \text{ kW}$$

5.2 U-värde

Värmeisolering innebär att en eller flera byggnadsdelar gjorda av isoleringsmaterial specifikt för att användas inom byggnadsbranschen. Värmemotstånd (R), (m²K)/W beskriver isoleringsförmågan hos ett materialskikt. Värmeöverföringsmotståndet vid ytan mellan byggnadsdelar och omgivningen anges av R_{si} och R_{se}, var R_{si} är innanför och

R_{se} utanför byggnaden. Värmegenomgångskoefficienten eller U-värdet (U), W/(m²K), mäter hur bra isolering en byggnadsdel har. (C4 2003)

U-värdet beräknas enligt formel 1 från byggbestämmelsesamlingen C4:

$$U = 1 / R_T \quad (1)$$

R_T byggnadsdelens totala värmemotstånd från omgivning till omgivning

Det totala värmemotståndet fås från samma byggbestämmelsesamlings formel 2:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_m + R_g + R_b + R_{q1} + R_{q2} + \dots + R_{qn} + R_{se} \quad (2)$$

där

$$R_1 = d_1 / \lambda_1, R_2 = d_2 / \lambda_2 \dots R_m = d_m / \lambda_m$$

d₁, d₂, ... d_m tjockleken av materialskikt 1, 2, ... m, m

λ₁, λ₂, ... λ_m projekteringsvärdeförvärmekonduktivitet i materialskikt 1, 2, ... m, t.ex. praktiskt tillämpbar värmekonduktivitet

R_g värmemotstånd för luftskikt i byggnadsdel

R_b värmemotstånd i marken

R_{q1}, R_{q2}, ... R_{qn} värmemotstånd för tunt materialskikt 1, 2, ... n

R_{si} + R_{se} summan av övergångsmotstånd på inner- och yttersida

U-värden beräknade för byggnadens olika delar hittas som bilaga 1

5.3 Värmeförluster

Effekten för kompensering av värmeförluster för varje enskild byggnadsdel beräknas enligt formeln 9.4 från byggbestämmelsesamlingen D5:

$$\phi_j = \sum U_i A_i (T_s - T_{u,mit}) \quad (9.4)$$

där

ϕ_j effektbehov för kompensering av ledningsförluster genom byggnadsdel j, W

U_i byggnadsdelen i:s värmegenomgångskoefficient, W/(m² K)

A_i byggnadsdelen i:s area, m²

T_s innetemperatur, °C

T_{u,mit} dimensionerande utetemperatur, °C

Byggnadens totala värmeförluster på grund av enskilda byggnadsdelar är cirka 38,7 kW och hela uträkningen hittas som bilaga 2.

5.3.1 Köldbryggor

Köldbryggor som återkommer regelbundet i konstruktionen bör beaktas när U-värdet beräknas. Detta gäller dock endast delar som innehåller till exempel stöd- och stomkonstruktioner igenom hela ytan. Bland annat anslutning mellan botten- eller mellanbjälklag och yttervägg, balkongstöd och bottenbjälklags pelare utgör enstaka köldbryggor och behöver inte beaktas. (C4 2003)

5.4 Luftläckage

Luftläckage sker i byggnader och värmeeffekten som behövs för den uppvärmningen beräknas enligt formeln 9.6 från byggbestämmelsesamlingen D5. Luftläckage behöver inte beaktas i utrymmen mitt i byggnaden eller under marknivå. Om bygganden är ovanligt tät eller otät skall det verkliga läckageflödet uppskattas. Om ingen information om luftläckaget finns tillgängligt används 0,16 l/h enligt vad det står i byggbestämmelsesamlingen D2. (D5 2012)

$$\phi_{vuotoilma} = \rho_i c_p i q_v (T_s - T_{u,mit}) \quad (9.6)$$

där

$\phi_{vuotoilma}$ värmeeffekt som behövs för uppvärmning av läckluft, W

ρ_i luftens densitet, 1,2 kg/m³

c_p luftens specifika värmekapacitet, 1 000 J/(kg K)

$q_v, vuotoilma$ läckluftsflöde, m³/s

T_s innetemperatur, °C

$T_{u,mit}$ dimensionerande utetemperatur, °C.

Byggnadens totala effektbehov på grund av luftläckage är cirka 29kW och hela uträkningen hittas som bilaga 3.

5.5 Ventilationssystemets effektbehov

För att beräkna effektbehovet för ventilationen används luftflödet i planerna eller de som anges i byggbestämmelsesamlingen D2, dock minst 0,5 gånger utrymmets luftvolym per timme. Det totala effektbehovet för hela ventilationssystemet beräknas per ventilationsaggregat enligt formel 9.10 från byggbestämmelsesamlingen D5. Tilluftens temperatur efter värmeåtervinning beräknas enligt formel 9.11 från samma bestämmelsesamling. (D2 2012)

$$\phi_{iv} = \rho_i c_p i q_v, tulo (T_{sp} - T_{lto, mit}) \quad (9.10)$$

där

ϕ_{iv}	effekt för ventilationssystemets värmebatteri, W
ρ_i	luftens densitet, 1,2 kg/m ³
$c_p i$	luftens specifika värmekapacitet, 1 000 J/(kg K)
$q_v, tulo$	tilluftensflöde, m ³ /s
T_{sp}	temperatur på inblåst luft, °C
$T_{lto, mit}$	temperatur på tilluft efter värmeåtervinning i dimensioneringsförhållanden, °C

$$T_{lto, mit} = T_{u, mit} + n_{t, mit} (T_s - T_{u, mit}) \quad (9.11)$$

där

$T_{lto, mit}$	temperatur på tilluft efter värmeåtervinning i dimensioneringsförhållanden, °C
$T_{u, mit}$	dimensionerande utetemperatur, °C
$n_{t, mit}$	temperaturrelation för tilluft vid värmeåtervinning i dimensioneringsförhållanden, -
T_s	innetemperatur, °C.

Ventilationssystemets totala effektbehov för hela byggnaden blir:

$$\phi_{iv} = 1,2 \text{ kg/m}^3 * 1000 \text{ J/(kg K)} * 1,5 \text{ m}^3/\text{s} * (21-15 \text{ °C}) = 10,8 \text{ kW}$$

5.6 Uppvärmning av tappvatten

Dimensioneringsflödet för varmvattnet i byggnaden beräknas enligt anvisningarna i byggbestämmelsesamlingen D1. När denna är uträknad beräknas värmeeffekten som behövs för uppvärmningen av tappvatten enligt formel 9.14 från byggbestämmelsesamlingen D5. Som temperaturskillnad mellan varmt och kallt vatten ($T_{lkv} - T_{kv}$) används 50 °C om det inte finns orsak att använda någon annan temperatur.

$$\phi_{lkv} = \rho v c p v q v, lkv (T_{lkv} - T_{kv}) + \phi_{lkv, kiertohäviö} \quad (9.14)$$

där

ϕ_{lkv}	värmeeffekt som behövs för uppvärmning av tappvatten, kW
ρv	vattnets densitet, 1 000 kg/m ³
$c p v$	vattnets specifika värmekapacitet, 4,2 kJ/(kg K)
$q v, lkv$	dimensioneringsflöde för varmt tappvatten, m ³ /s
T_{lkv}	temperatur för varmt tappvatten, °C
T_{kv}	temperatur för kallt tappvatten, °C
$\phi_{lkv, kiertohäviö}$	värmeförluster från cirkulationsledningen för varmt tappvatten, kW.

Om inga vattenvärmda torkställningar är kopplade till cirkulationsledningen eller annat bevisas används värdet 0,002 kW/m² som effektbehov för varmt tappvatten i bostadshus. Om vattenvärmda torkställningar är anslutna är värdet 0,004 kW/m². (D5 2012)

Byggnadens värmeeffekt för uppvärmning av tappvatten fås genom att först räkna värmeförluster från cirkulationsledningen och dimensioneringsflödet.

$$\phi_{lkv, kiertohäviö} = 5736 \text{ brm}^2 * 0,002 \text{ kW/m}^2 = 11,5 \text{ kW}$$

Dimensioneringsflödet fås genom att använda summan av normalflödet för byggandens varmvatten (37,9 dm³/s) som är uträknat i bilaga 4 och då fås dimensioneringsflödet (1,81 dm³/s) från byggbestämmelsesamling D1:s tabell 2.

$$\phi_{lkv} = 1000 \text{ kg/m}^3 * 4,2 \text{ kJ/(kg K)} * 0,00181 \text{ m}^3/\text{s} * 50 \text{ °C} + 10,6 \text{ kW} = 392 \text{ kW}$$

6 FASADENS TILLÄGGSISOLERING

Det finns flera orsaker varför det lönar sig att tilläggsisolera äldre byggnader vid en fasadsanering. Oftast är det energiekonomiskt lönsamt och trivseln i byggnaden förbättras. Erfarenheten av tilläggsisolering, speciellt i betongelementhus byggda på 1960- och 1970-talet, har varit mycket positiv. Med isoleringen får man den ursprungliga strukturen att hållas torr och på detta sätt får man armeringsstålens korrosion under kontroll vilket stoppar gamla fasaden från att vidare skadas. (Julkisivuyhdistys r.y. 1997)

Tilläggsisolering kan antingen göras från insidan eller utsidan. Tilläggsisolering från utsidan förbättrar byggnadens struktur. Förutom att strukturen hålls torr och korrosionen fås under kontroll kan en stor del av köldbryggorna elimineras. Det går också att tilläggsisolera från insidan och då förbättras boendetrivseln märkbart. I höghus är det oftast mindre lönsamt att isolera från insidan jämfört med att göra det från utsidan. Detta på grund av att köldbryggorna minskar isoleringens effekt. Isolering från insidan minskar lite på rummets storlek men höjer temperaturen på väggarna och förbättrar på detta sätt trivseln. Ibland är det enda sättet att isolera från insidan på grund av fasadens arkitektur. Isolering från insidan bör alltid övervägas från fall till fall, för när värmeförlusterna minskar kan det vara till skada för fasadens yttre sida. (Julkisivuyhdistys r.y. 1997)

6.1 Olika alternativ för tilläggsisolering

Vid en fasadsanering är det viktigt att först kontrollera i vilket skick utsidan av fasaden är. Om fasadens skick och den gamla isoleringen tillåter så är det alltid bättre att lämna dem kvar under det nya skiktet. Ifall utsidan är svårt skadad, om ytterväggen är för tjock för att tilläggsisolera eller om den innehåller hälsoskadliga ämnen är det inte möjligt att bevara den gamla fasaden under tilläggsisoleringen. Det är rekommenderat att använda en behörig byggnadsingenjör vid val av tilläggsisolering. (Julkisivuyhdistys r.y. 1997)

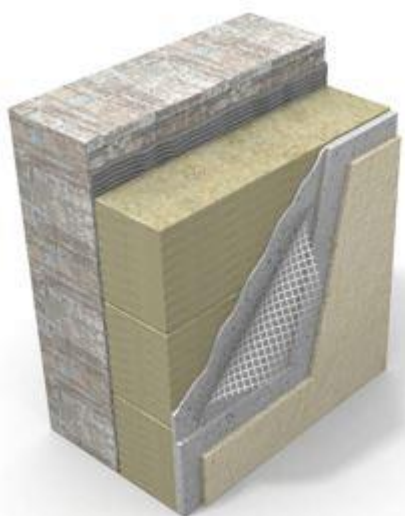
Under vintern, när bygganden behöver tilläggsvärme, försöker fukten tränga sig inifrån ut på grund av temperaturskillnaden till den yttre luften. Tilläggsisolering höjer temperaturen i byggandens gamla struktur och underlättar torkandet ifall strukturen innehåller fukt. Fukten i byggnaden måste beaktas när man planerar tilläggsisoleringen. Om tilläggsisoleringen är tunn kan fukt bildas under isoleringslagret vilket leder till fuktska-

dor. Nuförtiden används oftast mineralull som tilläggsisolering vilket släpper igenom vattenånga vilket hindrar fuktbildning. (Julkisivuyhdistys r.y. 1997)

För att försäkra att byggnaden inte får fuktskador måste byggnadens fasad antingen släppa igenom vattenånga eller vara ventilerad. Ventileringen genomförs genom att tillägga ett ventilationsgap mellan värmeisoleringskiktet och fasadens yttre skikt. (Julkisivuyhdistys r.y. 1997)

6.1.1 Isolering med putsyta

Isolering med putsyta kan antingen göras som tunnputs eller tjockputs. Isoleringen är ett inte bärande lager med värmeisolering som fästs i byggnaden med hjälp av en mekanisk fästordning. Ytan är ett kalkcementbruk som sedan målas med lämplig färg. I ytan görs expansionsfogar med ca 10-12 meters mellanrum och dessutom i alla hörn. (Julkisivuyhdistys r.y. 1997)



Befintlig konstruktion:

- Gammal stödstruktur: kärnan i det gamla förgjutna betongelementet.

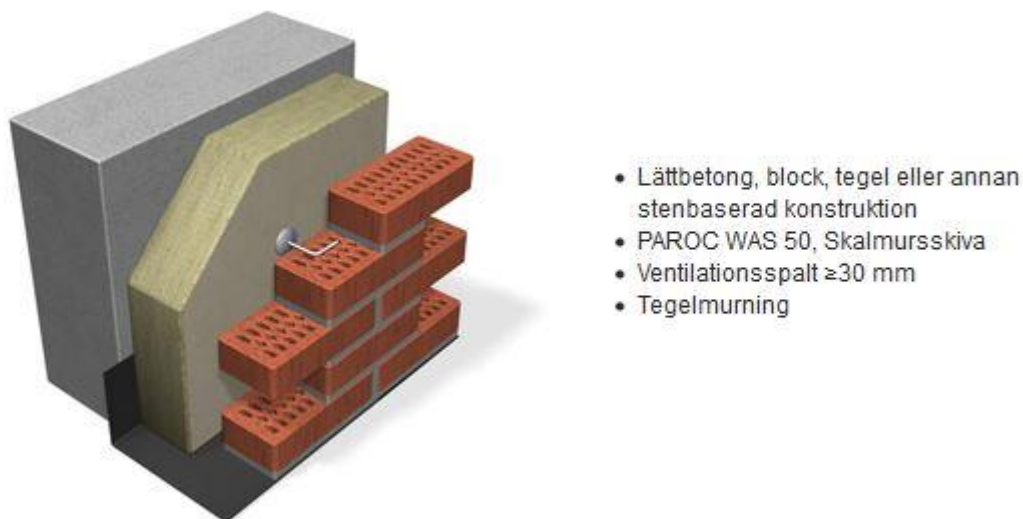
Ny konstruktion:

- Värmeisolering: PAROC Linio 80, Putslamell eller PAROC Fatio, Putskiva fäst med lim och/eller mekaniskt beroende på isoleringssystemet.
- Putssystem (enligt systemtillverkarens instruktioner).

Figur 3 Yttervägg med isolering och tjockputs (Paroc 2015a)

6.1.2 Tegel mantel

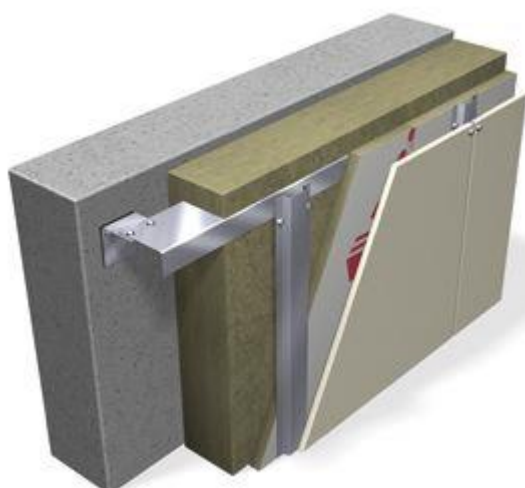
Fasaden går att sanera genom att mura tegel antingen direkt på den gamla väggen, om förhållandena tillåter det, eller så rivs det yttersta lagret av väggen, tilläggsisolering till-sätts och murbruk läggs ovanpå den. I båda fallen rekommenderas det tilläggsisolering och ett 25-30mm ventilationsgap. (Julkisivuyhdistys r.y. 1997)



Figur 4 Yttervägg med tegelfasad (Paroc 2015b)

6.1.3 Fasadbeklädnad

Med fasadbeklädnad kan många olika alternativ på ytmaterialet väljas. Om utseende på fasaden vill ändras radikalt är det möjligt men med puts är det också möjligt att behålla fasaden lik originalet. Vid detta alternativ finns det ett ventilationsgap mellan tilläggsisoleringen och den nya fasadens yta. Denna är till för att avlägsna fukten ur väggen. (Rakennustieto Oy 1996 RT 82-10614, Julkisivuyhdistys r.y. 1997)



- Bärande konstruktion: Lättbetong, tegel, betong, etc.
- Horisontellt bärverk / PAROC eXtra
- PAROC Cortex
- Ventilationsspalt
- Fasadbeklädnad: stålkassett, fibercementskiva, keramik-/stenplatta

Figur 5 Yttervägg med fasadbeklädnad (Paroc 2015c)

6.2 Jämförelse mellan gamla och andra fasad alternativ

De gamla väggarna bestod i sin helhet av betong (50mm), mineralull (100mm) och betong (50mm eller 150mm). Detta får då ett U-värde på (0,489) W/m²K, respektive (0,475) W/m²K. En jämförelse mellan den gamla väggen med bättre isolerade och två alternativ av tilläggsisolering kan ses nedan i tabell 1.

Tabell 1 Jämförelse mellan gamla och nya fasad alternativ

	Struktur mm			U-värde
Gammal vägg	50 mm betong	100 mm mineralull	150 mm betong	0,475 W/m ² K
Isoleringsputs	50 mm betong	190 mm Paroc Fatio Plus	25 mm puts	0,167 W/m ² K
Tegel mantel	50 mm betong	50 mm Paroc Was 25t	30 mm luftspalt + 85 mm tegel	0,236 W/m ² K

6.2.1 Val av fasad

Som kan ses i tabell 1 förbättrar tjockputsvägg alternativet väggens U-värde med nästan 65 procent. På grund av det förbättrade U-värdet och för att standarderna i byggbestämmelsesamlingen D4 uppfylls, har tjockputsvägg alternativet valts som saneringsmetod för fasaden i detta arbete.

6.2.2 Val av fönster och balkongdörr

Som fönster har valts Skaala Alfa 40 på grund av dess utmärkta U-värde på 0,65 W/m²K. Dessutom passar de utmärkt för sanerings objekt och är gjorda av 100 % återvunnet material. Balkong dörrarna är Skaala Beeta IOA som har ett U-värde på 0,89-0,1 W/m²K. I beräkningarna har använts U-värdets övre gräns 0,1 W/m²K.



Figur 6 Skaala Alfa 40 fönster (Skaala ikkunakuvasto 2015)

7 VVS-PLANERINGSPROCESSEN

VVS-planeringsprocessen delas upp i olika skeden. Till dessa skeden hör behovsutredning, projektering, skissplanering och utförandeplanering. Det är bra om VVS-planeraren redan i ett tidigt skede kommer med i byggnadsprojektet. På detta sätt kan planeraren bäst inverka på besluten som görs och garantera att slutresultatet blir bra. (Seppänen 2004 s. 303-305)

Huvudplaneraren i ett projekt är oftast arkitekten men speciellt i saneringsprojekt, var arkitekturritningarna inte ändras, kan också VVS-planeraren fungera som huvudplanerare. Huvudplaneraren är ansvarig för helheten och att planen och genomförandet av byggprojektet är av tillräckligt bra kvalitet. Myndighetskrav som ställs på byggprojektet måste uppfyllas. Tillsammans med den som påbörjat byggnadsprojektet skall huvudplaneraren se till att alla basuppgifter är tillräckliga och att de kommer till alla andra planerarens kännedom. (A2 2002)

En VVS-planerare måste se till att nödvändiga basuppgifter för planeringen finns till förfogande och har som ansvar att de egna planerna i byggprojektet fyller planerings- och byggande kraven. De ritningar och dokument som behövs för bygglovets hör också till planerarens uppgifter. (A2 2002)

7.1 Behovsutredning

Behovsutredningen görs oftast av beställaren, alltså den som är i behov av att bygga eller göra ändringar i en nuvarande byggnad. Vid det här skedet går beställaren igenom och beskriver vad byggnaden och alla utrymmen i den skall användas för och vilka krav de har för dem. (Seppänen 2004 s. 303)

7.2 Projektering

Även projekteringen görs vanligen av beställaren, men det är lönsamt att använda sig av VVS-planerarens expertis för att försäkra det bästa utgångsläget för projektet. I detta skede klargörs vilka möjligheterna är att utföra projektet och vad det finns för alternativ till VVS-systemen. Resultaten från projekteringen klargör projektets omfattning, kvali-

tetskrav, kostnad och tidtabell. Det egentliga investeringsbeslutet görs på basen av projekteringen. (Seppänen 2004 s. 303-304)

Under detta skede dokumenteras allting och godkänns sedan av byggaren och beställaren. Besluten som görs i detta skede inverkar starkt på systemvalen och vidare planeringen. (Seppänen 2004 s. 303-304)

7.3 Skissplanering

Skissplaneringen är det viktigaste VVS-tekniska skedet under projektet. Nu avgörs olika konstruktionslösningar, system och vilken metod som används för genomförandet. Efter skissplaneringen skall användaren och beställaren förstå exakt vad de beställt och att budgeten kan fastställas tillräckligt noggrant. När systems-, utrymmes- och maskinutrymmesplanerna och ruttlösningarna är gjorda och godkända, fortsätter projektet. Det görs även ett exempel rum var anordningarnas placering syns. (Seppänen 2004 s. 305-306)

Utredning om de kommunala anslutningarna som vattenledningar, avfalls- och dagvattnensbrunn och fjärrvärme görs också av VVS-planeraren. (Rakennustieto Oy 2004 RT 10-10827sv)

7.4 Utförandeplanering

När skissplaneringen är godkänd börjar utförandeplaneringen. Under detta skede är det meningen att fastställa omfattningsuppgifterna, söka bygglov och bestämma byggets övervakning. Nu görs planerna så noggrant att det på basen av dem går att bestämma omfattning och kostnader som kommer att inverka på projektet. De viktigaste uppgifterna VVS-planeraren har är att skicka nödvändiga planer till myndigheterna och att göra själva planritningarna. (Seppänen 2004 s. 303, 306-307, Rakennustieto Oy 2004 RT 10-10827sv)

8 VVS-PLANERINGEN

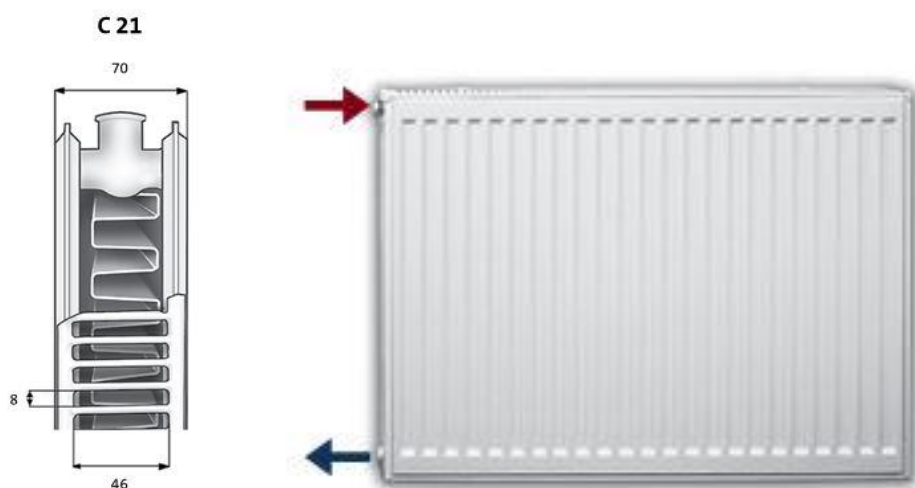
8.1 Värmesystem

8.1.1 Fjärrvärme

Fjärrvärme är det mest använda värmesystem i Finland. Det anses vara miljövänligt och är ett bekvämt uppvärmningssätt för byggnadens invånare. Fjärrvärme produceras oftast i kombination med elproduktion och således är det mycket effektivare än om de skulle produceras enskilt. Värmen produceras i ett kraftverk och förflyttas sedan genom fjärrvärmenätet till kunden. (Energiateollisuus ry. 2007)

8.1.2 Val av värmesystem

I detta arbete har fjärrvärme valts som värmesystem för bygganden på grund av att den redan är kopplad till fjärrvärmenätet och för att det är ett energieffektivt sätt att värma med. Fjärrvärmen kommer in till byggnaden i nedre källarens fjärrvärmecentral och distribueras sedan därifrån med stålrör (Fe 33) vidare till de enskilda värmeelementen i lägenheterna och andra utrymmen som behöver uppvärmning. Som värmeelement har valts Purmo Compact C21 på grund av att de är av bra kvalitet och har god värmeeffekt.



Figur 7 Purmo Compact C21 värmeelement (Purmo tekninen esite 06/2013 v.2)

8.2 Vatten- och avloppssystem

8.2.1 Vattenförbrukning

Byggnader använder cirka 40 procent av hela Finlands energiförbrukning och cirka 5 procent av hela energiförbrukningen går åt till uppvärmning av tappvatten i höghus. I höghus används det i medeltal cirka 150 liter vatten per person och dygn, men detta kan variera mycket och kan vara allt mellan 60 och 270 liter. (Miljöministeriet 2009)

Det finns många sätt att påverka vattenförbrukningen i byggnader. Några av de lättaste sätten är att dimensionera vattenledningssystemet rätt, vattenarmaturens tryck och flödesjustering, upptäcka läckage snabbt, upprätthållning av vattenarmaturen och regelbunden informering om vattenförbrukning åt byggnadens invånare. Utöver dessa har det konstaterats att vattenmätaren installerade enskilt i varje lägenhet kan minska vattenanvändningen upp till 30 procent, men i medeltal är med ungefär 10 procent. Vattenanvändningen minskar på grund av att varje lägenhet faktureras för den verkliga vattenanvändningen och på så sätt är man mer medveten om hur mycket som används. I praktiken betyder detta till exempel att då vattenförbrukningen minskar med 20 procent sjunker hela byggnadens energiförbrukning med cirka 5 procent. (Miljöministeriet 2009)

8.2.2 Val av vatten- och avloppssystem

Vattenledningarnas och avloppsrörens dimensionering är gjord enligt Finlands byggbestämmelsesamling D1. Det finns fyra huvudlinjer för vattenledningarna i byggnaden och de är valda att installeras i hörnen av trappuppgångarna. På detta sätt kommer vatten in till lägenheterna från endast en punkt och det är möjligt att installera en vattenmätare för varje lägenhet. Huvudlinjernas rör är gjorda av koppar och går till en vattenfördelare som är placerad i mellantaket i lägenhetens badrum. På detta sätt är det också lätt att upptäcka eventuella läckage. Från vattenfördelaren går PEX-plaströr till vattenarmaturerna. En komplett lista på alla vattenarmaturers flöden hittas som bilaga 4.

Avloppen i byggnaden går från varje badrum ner till mellantaket i den undre lägenheten och sedan ut till trappuppgången bredvid vattenledningsrören. Avloppsrören är gjorda

av plast och det finns fyra huvudlinjer, så som vattenledningsrören. Huvudlinjerna samlas ihop i nedre källaren och förs ut till det kommunala avloppssystemet.

8.3 Ventilationssystem

8.3.1 Naturlig ventilation

Huset har för tillfället naturlig ventilation eller självdrag som det också kallas. Detta var den mest använda metoden fram till 1970-talet. Draget skapas genom densitetsskillnaden mellan inomhusluften och utomhusluften. Frånluftsventilerna placeras oftast i badrum, kök och bastun, varifrån luften sedan leds uppåt och ut ur huset genom ventilationskanaler. Ny frisk luft fås antingen genom tilluftventiler eller otätheter i huset. Tryckskillnaden är störst under vintern på grund av att den kalla uteluftsens densitet är större än inomhusluftens. Detta fungerar utmärkt när temperaturskillnaderna är stora men fungerar väldigt dåligt under sommaren. Under sommaren kan utetemperaturen vara samma eller till och med högre än inomhusluftens. I detta fall fungerar ventilationen inte alls eller i värsta fall kan tryckskillnaden vara negativ och då blir ventilationen omvänd. (Sandberg & Ripatti 2014 s. 114)

8.3.2 Från- och tilluftssystem

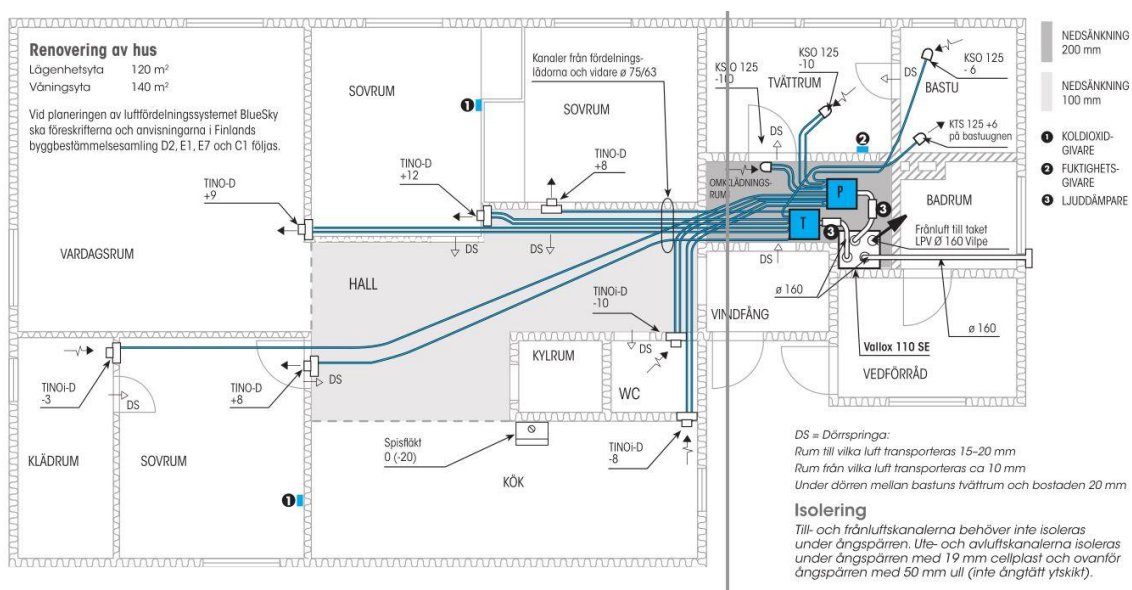
Till skillnad från självdrag fungerar från- och tilluftssystem genom att både suga ut gammal luft och blåsa in ny fräsch luft. Trots att det redan gjordes från- och tilluftssystem under 1970-talet blev det vanligt först på 1990-talet. Frånluftsventilerna placeras i samma utrymmen som vid självdrag. Utöver dessa förs inkommande luft genom ventilationskanaler till sov- och vardagsrum. Det finns två olika sätt att implementera detta system i byggnader. Antingen genom ett koncentrerat från- och tilluftssystem med ett ventilationsaggregat, oftast placerat högst upp på byggnaden, som har gemensam styrning eller ett skilt system för varje lägenhet. (Sandberg & Ripatti 2014 s. 123)

Skillnaderna med dessa system är bland annat luftflödets justeringsmöjligheter. Om varje lägenhet har ett skilt system är det möjligt att styra det från lägenheten medan dessa möjligheter inte finns i ett koncentrerat system. Båda systemen behöver till exempel filterbyten och det kan vara besvärligt för bostadsägaren i höghus. Det system som

väljs påverkar också ifall el – och värmekostnaderna betalas av bostadsägaren själv eller av husbolaget. Det är inte stor skillnad på energikostnaderna mellan dessa system utan beror snarare på vilka aggregat som väljs och hur bra systemen är planerade. (Sandberg & Ripatti 2014 s. 123)

8.3.3 Val av ventilationssystem

Som ventilationssystem har det valts att installera ett skilt system för varje lägenhet. Som ventilationsaggregat har valts Vallox TSK Multi 50mc för lägenheter under 80m² och Vallox TSK Multi 80mc för lägenheter över 80m² med ett Vallox BlueSky luftfördelningssystem (bilaga 5). Alla enrummare kommer att utrustas med ventilationsaggregatet Vallox 70K Compact och samma luftfördelningssystem. För att kunna installera dessa system måste tamburtaket sänkas ner och frånluften förs genom de gamla frånluftskanalerna upp till taket. Nedre källaren fungerar med tilluftventiler och de gamla frånluftskanalerna.



Figur 8 Vallox BlueSky luftfördelningssystem (Vallox 2015)

Vallox TSK Multi med Vallox BlueSky luftfördelningssystem är mångsidighet, det har utmärkt värmeåtervinningsgrad på upp till 75 procent och systemet är väldigt lätt att installera. Ventilationsaggregatet, ljuddämpare och luftfördelningslådan placeras i tamburens tak och därifrån förs luftkanalerna till de enskilda rummen. Tilluftkanalen installeras i ett hölje som går i övre hörnet av ett rum och vidare till lägenhetens yttervägg.

9 SLUTSATS

Som det har konstaterats finns det många olika sätta att planera och utföra ett energisåneringsprojekt för alla är olika, men det som de har gemensamt är att lagstiftningar och standarder skall följas. Detta har varit ett exempel, av flera möjliga alternativ, på hur ett energisåneringsprojekt kan genomföras.

Redan med att minska vattenförbrukningen i bygganden genom att det installerats vattenmätaren i varje lägenhet kan det antas att energiförbrukningen sjunker. Tappvattnet har förnyats och dimensionerats om, och nya energieffektiva värmeelement har installerats. Dessutom har fasaden sanerats för att motsvara de energikrav som tagits upp i arbetet och i form av ventilationssystemet kommer trivseln i byggnaden att öka. Alla dessa förnyelser inverkar på byggandens energiförbrukning.

10 KÄLLOR

A2. 2002 *Planerare av byggnader och byggnadsprojekt*. Tillgänglig:
http://www.ym.fi/svfi/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/B_yggbestammelsesamlingen Hämtad 11.4.2015

C4. 2003 *Värmeisolering*. Handläggare Pekka Kalliomäki. Tillgänglig:
http://www.ym.fi/svfi/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/B_yggbestammelsesamlingen Hämtad 14.4.2015

D2. 2012 *Byggnaders inomhusklimat och ventilation*. Handläggare Pekka Kalliomäki.
Tillgänglig:
http://www.ym.fi/svfi/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/B_yggbestammelsesamlingen Hämtad 11.4.2015

D3. 2012 *Byggnaders energiprestanda, föreskrifter och anvisningar*
Handläggare Pekka Kalliomäki. Tillgänglig:
http://www.ym.fi/svfi/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/B_yggbestammelsesamlingen Hämtad 8.4.2015

D5. 2012 *Beräkning av byggnaders energiförbrukning och effektbehov för uppvärmning*. Handläggare Pekka Kalliomäki. Tillgänglig:
http://www.ym.fi/svfi/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/B_yggbestammelsesamlingen Hämtad 11.4.2015

Energiateollisuus ry. 2007 *Käytä kaukolämpöä oikein*. Tillgänglig:
http://energia.fi/sites/default/files/kayta_kaukolampoa_oikein_suomi.pdf Hämtad 27.4.2015

Julkisivuyhdistys r.y. 1997 *Julkisivujen korjausopas*. Tillgänglig:

<http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari2/index.php/oppaita/24-julkisivujen-korjausopas>

Hämtad 14.4.2015

Miljöministeriet. 2009 *Huoneistokohtaisten vesimittareiden käyttö ja vaikutukset rakennusten energiankulutukseen*. Tillgänglig:

http://www.motiva.fi/files/5725/Tyoryhmamuistio_Huoneistokohtaisten_vesimittareiden_kaytto_ja_vaikutukset_rakennusten_energiankulutukseen.pdf Hämtad 27.4.2015

Miljöministeriet. 2013a *4/13 Miljöministeriets förordning om förbättring av byggnaders energiprestanda vid reparations- och ändringsarbeten*. Handläggare Jyrki Kauppinen.

Tillgänglig:

http://www.ym.fi/svfi/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/Byggbestammelsesamlingen Hämtad 23.4.2015

Miljöministeriet. 2013b *Motiveringspromemoria om miljöministeriets förordning om förbättring av byggnaders energiprestanda vid reparations- och ändringsarbeten*.

Handläggare Jyrki Kauppinen. Tillgänglig:

http://www.ym.fi/svfi/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/Byggbestammelsesamlingen Hämtad 23.4.2015

Miljöministeriet. 2015 Tillgänglig:

http://www.ym.fi/svFI/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/Byggbestammelsesamlingen Hämtad 11.4.2015

Motiva. 2013 *Så läser du energicertifikatet*. Tillgänglig:

http://www.motiva.fi/sv/publikationer/boende/sa_laser_du_energicertifikatet.2040.shtml
Hämtad 23.4.2015

Rakennustieto Oy. 1996 RT 82-10614. *Julkisivujen uudelleenverhous*. Tillgänglig: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10614.html.stx> Hämtad 18.4.2015

Rakennustieto Oy. 2004 RT 10-10827sv. *Förteckning över uppgifter inom bostadsplanering*. Tillgänglig: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10827sv.html.stx> Hämtad 28.2.2015

Sandberg, Esa & Ripatti, Harri. 2014 *Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät*, Helsingfors: Talotekniikka-Julkaisut Oy, 415s.

Seppänen, Olli. 2004 *Ilmastoinnin suunnittelu*, Helsingfors: Suomen LVI-liitto, 427s.

Figurer

Figur 3 *Yttervägg med isolering och tjockputs* (Paroc 2015) Tillgänglig: <http://www.paroc.se/losningar-och-produkter/losningar/vaggar/betongelement--renovering> Hämtad 25.4.2015

Figur 4 *Yttervägg med tegelfasad* (Paroc 2015b) Tillgänglig: <http://www.paroc.se/losningar-och-produkter/losningar/vaggar/ventilerade-fasader-massivvaggar> Hämtad 25.4.2015

Figur 5 *Yttervägg med fasadbeklädnad* (Paroc 2015c) Tillgänglig: <http://www.paroc.se/losningar-och-produkter/losningar/vaggar/ventilerade-fasader-massivvaggar> Hämtad 25.4.2015

Figur 6 *Skaala Alfa 40 fönster* (Skaala ikkunakuvasto 2015) Tillgänglig: <http://www.skaala.com/esitteet.html> Hämtad 20.4.2015

Figur 7 *Purmo Compact C21 värmeelement* (Purmo tekninen esite 06/2013 v.2)

Figur 8 *Vallox BlueSky luftfördelningssystem* (Vallox 2015) Tillgänglig:
<http://www.vallox.com/s-blue-sky> Hämtad 20.4.2015

11 BILAGOR

Bilaga 1 U-värdes beräkningar

Bilaga 2 Värmeförluster

Bilaga 3 Luftläckage

Bilaga 4 Vatten- och avloppssystemets flöden

Bilaga 5 Vallox BlueSky luftfördelningssystem

Bilaga 6 Planritningar

Bilaga 1 U-värdes beräkningar

Gammalvägg1

	Struktur	d (m)	W/mK	Rj (m ² K/W)
R _{si}	Innerskikt			0.130
R ₁	Betong	0.050	1.700	0.029
R ₂	Mineralull	0.100	0.055	1.818
R ₃	Betong	0.050	1.700	0.029
R _{se}	Ytterskikt			0.040
			R _t	2.047
			U-värde	0.489 W/m ² K

Gammalvägg2

	Struktur	d (m)	W/mK	Rj (m ² K/W)
R _{si}	Innerskikt			0.130
R ₁	Betong	0.050	1.700	0.029
R ₂	Mineralull	0.100	0.055	1.818
R ₃	Betong	0.150	1.700	0.088
R _{se}	Ytterskikt			0.040
			R _t	2.106
			U-värde	0.475 W/m ² K

Tjockputsvägg

	Struktur	d (m)	W/mK	Rj (m ² K/W)
R _{si}	Innerskikt			0.130
R ₁	Betong	0.050	1.700	0.029
R ₂	Paroc Fatio Plus	0.190	0.033	5.758
R ₃	Puts	0.025	1.000	0.025
R _{se}	Ytterskikt			0.040
			R _t	5.982
			U-värde	0.167 W/m ² K

Tegelvägg

	Struktur	d (m)	W/mK	Rj (m ² K/W)
R _{si}	Innerskikt			0.13
R ₁	Betong	0.050	1.700	0.03
R ₂	Paroc Was 25t	0.050	0.033	1.52
R ₃	Luftspalt	0.030	0.026	1.15
R ₄	Tegel	0.850	0.600	1.42
R _{se}	Ytterskikt		R _t	4.25
			U-värde	0.236 W/m ² K

Balkongsvägg

	Struktur	d (m)	W/mK	Rj (m ² K/W)
R _{si}	Innerskikt			0.130
R ₁	Gipsskiva	0.013	0.250	0.052
R ₂	Paroc XMW 060			
R ₃	Paroc eXtra	0.120	0.036	3.333
R ₄	Skiva	0.045	0.250	0.180
R ₅	Luftspalt	0.030	0.026	1.154
R ₆	Trärege	0.020	0.140	0.143
R _{se}	Ytterskikt			0.040
			R _t	4.902
			U-värde	0.204 W/m ² K

Area m²

U_i x A_i x Δ T

Rum	Yttervägg	Balkongvägg	Tak	Golv	Fönster	Balkongsdörr	Yttervägg	Tak	Golv	Fönster	TOT
2K01	28.84			30.00			119.97		124.80		245
2K02	8.96			23.00			37.27		95.68		133
2K03	7.28			15.50			30.28		64.48		95
2K04	19.04			30.00			79.21		124.80		204
2K05	10.64			22.00			44.26		91.52		136
2K06	16.24			35.00			67.56		145.60		213
2K07	43.12			58.00			179.38		241.28		421
2K08	35.84			30.00			149.09		124.80		274
2K09	8.96			13.50			37.27		56.16		93
2K10	7.56			12.00			31.45		49.92		81
2K11	18.20			30.00			75.71		124.80		201
2K12	19.04			17.50			79.21		72.80		152
2K13	9.24			14.50			38.44		60.32		99
2K14	10.36			17.00			43.10		70.72		114
2K15	33.60			31.50			139.78		131.04		271
2K16				62.50			0.00		260.00		260
2K17				16.00			0.00		66.56		67
2K18				16.00			0.00		66.56		67
											3124 W

Area m²

U_i x A_i x Δ T

Rum	Yttervägg	Balkongvägg	Tak	Golv	Fönster	Balkongsdörr	Yttervägg	Tak	Golv	Fönster	TOT
K01	19.86				4.50		155.88			137.48	293
K02	5.96			3.00			46.78			91.65	138
K03	5.03			2.25			39.48			68.74	108
K04	5.86			4.50			46.00			137.48	183
K05	5.31			2.25			41.68			68.74	110
K06	5.31			2.25			41.68			68.74	110
K07	8.05			3.15			63.18			96.23	159
K08	19.86			4.50			155.88			137.48	293
K09	31.60			9.00			248.03			274.95	523
K10	5.96			3.00			46.78			91.65	138

Bilaga 2/2(4) Värmeförluster

K11		5.03							2.25			39.48			68.74		108
K12		5.86						4.50				46.00			137.48		183
K13		5.86						4.50				46.00			137.48		183
K14		6.45						1.95				50.63			59.57		110
K15		8.05						3.15				63.18			96.23		159
K16		19.86						4.50				155.88			137.48		293
K17		11.18						4.50				87.75			137.48		225
K18		4.00						7.48				31.40					31
																	3353 W

Area m2

Uj x Ai x Δ T

Rum	Area m2				Uj x Ai x Δ T				TOT				
	Yttervägg	Balkongvägg	Tak	Golv	Fönster	Balkongsdörr	Yttervägg	Tak		Golv	Fönster	Balkongsdörr	
101	5.32				1.96			41.76			59.88	0.00	102
102	15.12	4.65			4.48	2.07		118.68			136.86	97.29	353
103	6.16				2.8			48.35			85.54	0.00	134
104	5.6				1.96			43.95			59.88	0.00	104
105		4.65			4.48	2.07		0.00			136.86	97.29	234
106		4.65			4.48	2.07		0.00			136.86	97.29	234
107	5.6				1.96			43.95			59.88	0.00	104
108	6.16				2.8			48.35			85.54	0.00	134
109	7.84				2.8			61.54			85.54	0.00	147
110	15.12	4.65			4.48	2.07		118.68			136.86	97.29	353
111	5.32				1.96			41.76			59.88	0.00	102
112	5.32				1.96			41.76			59.88	0.00	102
113	15.12	4.65			4.48	2.07		118.68			136.86	97.29	353
114	6.16				2.8			48.35			85.54	0.00	134
115	5.6				1.96			43.95			59.88	0.00	104
116		4.65			4.48	2.07		0.00			136.86	97.29	234
117	5.6				1.96			43.95			59.88	0.00	104
118		4.65			4.48	2.07		0.00			136.86	97.29	234
119	6.16				1.96			48.35			59.88	0.00	108
120	7.84				2.8			61.54			85.54	0.00	147
121	15.12	4.65			4.48	2.07		118.68			136.86	97.29	353
122	5.32				1.96			41.76			59.88	0.00	102

3282 W

Rum	Area m ²						Uj x Ai x Δ T						TOT
	Yttervägg	Balkongvägg	Tak	Golv	Fönster	Balkongsdörr	Yttervägg	Tak	Golv	Fönster	Balkongsdörr		
701	5.32				1.96		41.76			59.88	0.00	102	
702	15.12	4.65			4.48	2.07	118.68			136.86	97.29	353	
703	6.16				2.8		48.35			85.54	0.00	134	
704	5.6				1.96		43.95			59.88	0.00	104	
705		4.65			4.48	2.07	0.00			136.86	97.29	234	
706		4.65			4.48	2.07	0.00			136.86	97.29	234	
707	5.6				1.96		43.95			59.88	0.00	104	
708	6.16				2.8		48.35			85.54	0.00	134	
709	7.84				2.8		61.54			85.54	0.00	147	
710	15.12	4.65			4.48	2.07	118.68			136.86	97.29	353	
711	5.32				1.96		41.76			59.88	0.00	102	
712	5.32				1.96		41.76			59.88	0.00	102	
713	15.12	4.65			4.48	2.07	118.68			136.86	97.29	353	
714	6.16				2.8		48.35			85.54	0.00	134	
715	5.6				1.96		43.95			59.88	0.00	104	
716		4.65			4.48	2.07	0.00			136.86	97.29	234	
717	5.6				1.96		43.95			59.88	0.00	104	
718		4.65			4.48	2.07	0.00			136.86	97.29	234	
719	6.16				1.96		48.35			59.88	0.00	108	
720	7.84				2.8		61.54			85.54	0.00	147	
721	10.64	4.65			4.48	2.07	83.51			136.86	97.29	318	
722	9.8				1.96		76.92			59.88	0.00	137	
												3282 W	

Rum	Area m ²						Uj x Ai x Δ T						TOT
	Yttervägg	Balkongvägg	Tak	Golv	Fönster	Balkongsdörr	Yttervägg	Tak	Golv	Fönster	Balkongsdörr		
U01	10.36		13.5				81.32	57.105		0.00	0.00	138	
U02	28.17		13			2.07	221.11	54.99		0.00	97.29	373	
U03	7.04		10		3.6		55.26	42.3		109.98	0.00	208	
U04	8.16		11		3.6		64.05	46.53		109.98	0.00	221	
U05	14.56		7		1		114.28	29.61		30.55	0.00	174	

Bilaga 2/4(4) Värmeförluster

U06	4.26	10.5	3.3		33.44	44.415	100.82	0.00	179
U07	3.36	2			26.37	8.46	0.00	0.00	35
U08	13.76	9.5	3.6		108.00	40.185	109.98	0.00	258
U09	7.04	10	3.6		55.26	42.3	109.98	0.00	208
U10	6.28	7	1		49.29	29.61	30.55	0.00	109
U11	38.53	26		2.07	302.42	109.98	0.00	97.29	510
U12		10.5			0.00	44.415	0.00	0.00	44
U13		16			0.00	67.68	0.00	0.00	68
U14		2.5			0.00	10.575	0.00	0.00	11
U15		6.5			0.00	27.495	0.00	0.00	27
U16		13.5			0.00	57.105	0.00	0.00	57
U17		7			0.00	29.61	0.00	0.00	30
									2650 W

U-värden	
Yttervägg	0.167 W/m ² K
Balkongvägg	0.204 W/m ² K
Tak	0.090 W/m ² K
Golv	0.160 W/m ² K
Fönster	0.650 W/m ² K
Balkongdörr	1.000 W/m ² K
Δ T	47 °C
Δ T golv	26 °C

Våning		Hela byggnaden	
K2		3124	
K1		3353	
1		3282	
2		3282	
3		3282	
4		3282	
5		3282	
6		3282	
7		3282	
8		3282	
9		3282	
Vind		2650	
Tot		38665	W

Bilaga 3 Luftläckage

Källare

Utrymme	m2	höjd	m3	ϕvuotoilma
1	38	2.6	98.8	248
2	33	2.6	85.8	215
3	22.5	2.6	58.5	147
4	116	2.6	301.6	756
5	79	2.6	205.4	515
6	27	2.6	70.2	176
7	53	2.6	137.8	345
Tot	368.5	Tot	958.1	2402 W

Våning 1-6

Lägenhet	m2	höjd	m3	ϕvuotoilma
1	68.5	2.6	178.1	446
2	29.5	2.6	76.7	192
3	61	2.6	158.6	398
4	58	2.6	150.8	378
5	68.5	2.6	178.1	446
6	43.5	2.6	113.1	284
7	48.5	2.6	126.1	316
8	58	2.6	150.8	378
Tot	435.5	Tot	1132.3	2838 W

Våning 7-9

Lägenhet	m2	höjd	m3	ϕvuotoilma
1	68.5	2.6	178.1	446
2	29.5	2.6	76.7	192
3	61	2.6	158.6	398
4	116	2.6	301.6	756
5	68.5	2.6	178.1	446
6	43.5	2.6	113.1	284
7	48.5	2.6	126.1	316
Tot	435.5	Tot	1132.3	2838 W

Vind

Utrymme	m2	höjd	m3	ϕvuotoilma
1+2	148	2.6	384.8	965
Tot	148	Tot	384.8	965 W

Byggnaden tot **4436** 11534 **28909** W

Hela byggnaden

Källare	2402
Våning 1	2838
Våning 2	2838
Våning 3	2838
Våning 4	2838
Våning 5	2838
Våning 6	2838
Våning 7	2838
Våning 8	2838
Våning 9	2838
Vind	965
Tot	28909 W

Bilaga 4/1(2) Vatten- och avloppssystemets flöden

Källare	Vattenarmatur	qn kv, dm ³ /s	qn lv, dm ³ /s	Mängd	kv sum	lv sum
	WC stol	0.10		3	0.30	0
	Tvättställ	0.10	0.10	3	0.30	0.3
	Dusch	0.20	0.20		0.00	0
	Tvättmaskin	0.20			0.00	0
	Diskmaskin	0.20			0.00	0
	Diskho	0.20	0.20	2	0.40	0.4
	Tot				0.60	0.70
	dm ³ /s					
Våning 1-6	Vattenarmatur	qn kv, dm ³ /s	qn lv, dm ³ /s	Mängd		
	WC stol	0.10		8	0.8	0
	Tvättställ	0.10	0.10	8	0.8	0.8
	Dusch	0.20	0.20	8	1.6	1.6
	Tvättmaskin	0.20		8	1.6	0
	Diskho	0.20	0.20	8	1.6	1.6
	Diskmaskin	0.20		8	1.6	0
	Tot				8	4
	dm ³ /s					
Våning 7-9	Vattenarmatur	qn kv, dm ³ /s	qn lv, dm ³ /s	Mängd		
	WC stol	0.10		8	0.8	0
	Tvättställ	0.10	0.10	8	0.8	0.8
	Dusch	0.20	0.20	8	1.6	1.6
	Tvättmaskin	0.20		8	1.6	0
	Diskho	0.20	0.20	8	1.6	1.6
	Diskmaskin	0.20		8	1.6	0
	Tot				6.4	4
	dm ³ /s					
Vind	Vattenarmatur	qn kv, dm ³ /s	qn lv, dm ³ /s	Mängd		
	WC stol	0.10		2	0.2	0
	Tvättställ	0.10	0.10	4	0.4	0.4
	Dusch	0.20	0.20	4	0.8	0.8
	Tot				1.4	1.2
	dm ³ /s					
					16.40	9.9
	dm³/s					

Avlopp

Källare	Vattenarmatur	qn, dm ³ /s	Mängd
	WC stol	1.80	3 5.4
	Tvättställ	0.30	3 0.9
	Dusch	0.60	0 0
	Diskho	0.60	2 1.2
	Tot		7.5
	dm ³ /s		

Våning 1-6	Vattenarmatur	qn, dm ³ /s	Mängd
	WC stol	1.80	8 14.4
	Tvättställ	0.30	8 2.4
	Dusch	0.60	8 4.8
	Diskho	0.60	8 4.8
	Tot		26.4
	dm ³ /s		

Bilaga 4/2(2) Vatten- och avloppssystemets flöden

Våning 7-9

Vattenarmatur	qn, dm3/s	Mängd	
WC stol	1.80	8	14.4
Tvättställ	0.30	8	2.4
Dusch	0.60	8	4.8
Diskho	0.60	8	4.8
Tot			26.4 dm3/s

Vind

Vattenarmatur	qn, dm3/s	Mängd	
WC stol	1.80	2	3.6
Tvättställ	0.30	4	1.2
Dusch	0.60	4	2.4
Tot			7.2 dm3/s

Tot **67.5 dm3/s**

Hela byggnaden	kv, dm3/s	lv, dm3/s	v, dm3/s
Källare	0.6	0.7	7.5
Våning 1	8	4	26.4
Våning 2	8	4	26.4
Våning 3	8	4	26.4
Våning 4	8	4	26.4
Våning 5	8	4	26.4
Våning 6	8	4	26.4
Våning 7	6.4	4	26.4
Våning 8	6.4	4	26.4
Våning 9	6.4	4	26.4
Vind	1.4	1.2	7.2
Tot	69.2	37.9	252.3 dm3/s



Vallox
BlueSky

LUFTFÖRDELNINGSSYSTEM

Teknisk instruktion Planerings- och monteringsinstruktion

Vallox BlueSky är ett flexibelt, ljuddämpande och monteringsvänligt ventilationskanalsystem.

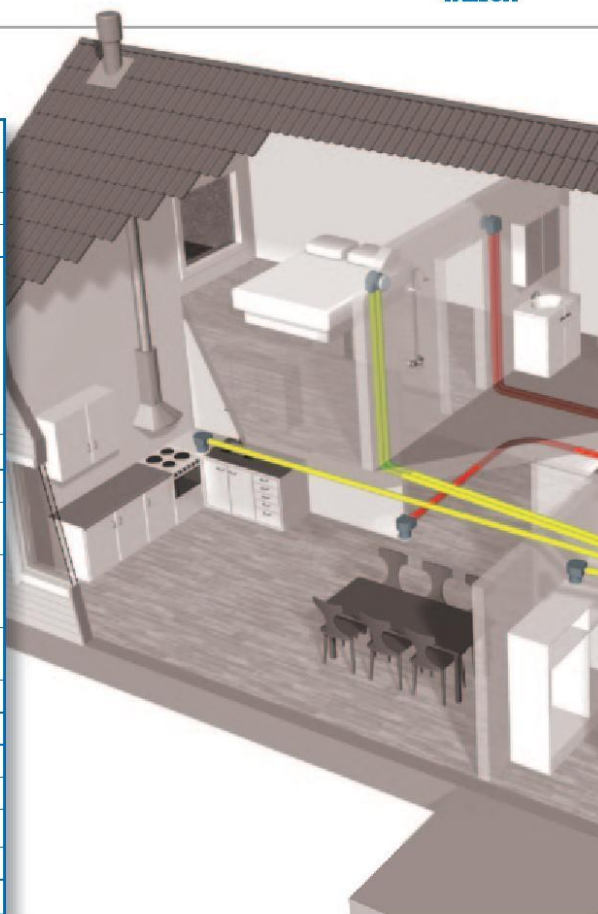
Tack vare snabb montering och ett ringa antal kanaldetaljer är Vallox BlueSky en förmånlig lösning både när man bygger nytt och när man renoverar.

- Kräver endast lite utrymme
 - yttre diameter 75 mm
 - kan i sin helhet monteras i varma utrymmen utan stora inkapslingar
- Hygienisk
 - renhetsklass M1
- Enkel att rengöra
 - slät, antistatisk och mikroskyddad insida
- Tät konstruktion
- Låg tryckförlust
 - slät insida - lågt flödesmotstånd
- Kräver vanligtvis inte tilläggsisolering vid montering i lösullsisolering
- Snabb att montera
 - flexibel kanal
 - enkla snabbkopplingar - inget att borra eller nita
 - kanalen kan skarvas med snabbkopplingar - litet materialspill
- Enkel montering i byggdelarna redan när husstommen reses på samma sätt som el och avlopp



TEKNISKA DATA

Material	Luktfri, antistatisk och livsmedelsgodkänd HD-polyeten av originalråmaterial
Tvärprofilens styvhet	SR24>31,5 kN/m ²
Minsta böjradie	Densamma som rörets diameter
Mått och igenkänningsbarhet	Yttre Ø=75 mm, inre Ø=63 mm, vägg = 6 mm Konstruktion med dubbel mantel. Blå utsida, 8,5 mm mellan vecken. Slät insida, VALLOX i svart text på utsidan med en meters mellanrum.
Vikt	0,35 kg/m
Rullens längd	50 m
Temperaturområde, montering och användning	-20°C...+90 °C
Anslutningar	Snabbkoppling och fätningsring; luft- och vattenfäthet enligt standarden DIN EN 1610
Renhetsklass	Renhetsklass M1 för ventilationsprodukter
Brinnegenskaper	Inte brandklassificerad
Mätningar	Emissionsmätning VTF-S-0080-07
	Nedsmutsning VTF-S-04858-07
	Rengörbarhet VTF-S-04858-07
	Monterbarhet VTF-S-04858-07
	Brandtest VTF-S-03462-08
	Brandtest VTF-R-04517-10



Flexibelt och monteringsvänligt ventilationskanalsystem

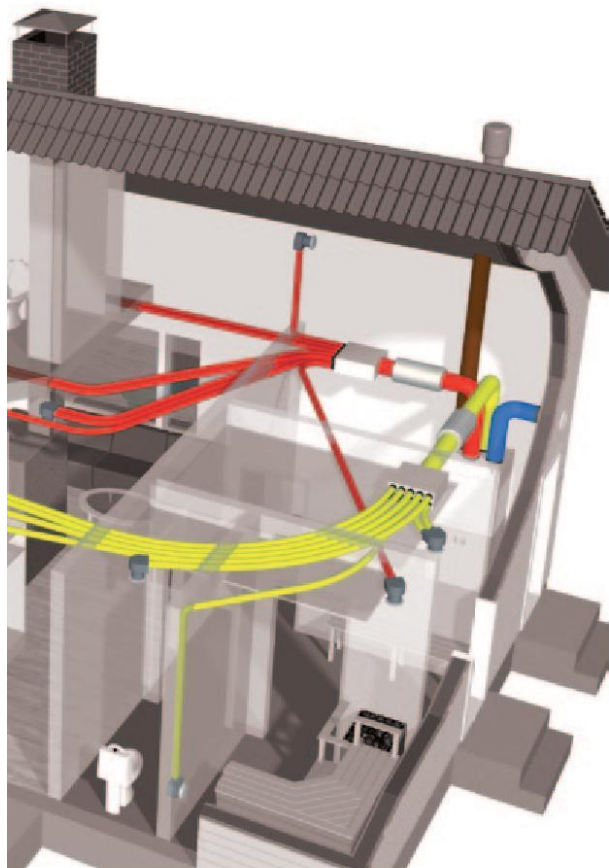
Vallox BlueSky är ett flexibelt, ljuddämpande och monteringsvänligt kanalsystem av luktfri polyeten.

Ventilationskanalen Vallox BlueSky har en dubbel konstruktion som inte ger efter eller deformeras: korrugerat yttorrör och slät, antistatisk, luktfri, tät och mikrobskyddad insida. Eftersom insidan är slät fastnar inte heller smutsen och kanalen är lätt att rengöra.

Från ventilationsaggregatet transporteras till- och frånluften till luftfördelningslådorna i Vallox BlueSky och därifrån via den flexibla kanalen till ventilerna. Fördelningslådorna fungerar som ljuddämpare både för fläktljudet och för ljud som via ventilationskanalen transporteras från ett rum till ett annat. Vi rekommenderar dock att en ljuddämpare monteras mellan ventilationsaggregatet och luftfördelningslådan.

I Vallox BlueSky kopplas ett eller två rör direkt till samtliga ventiler från den ljudisolerade luftfördelningslådan. Det låga luftflödet i en enskild kanal gör det möjligt med små kanaler och tryckförlusten och ljudnivån blir låga. Systemet som är uppbyggt som en "stjärna" och den behovsanpassade användningen av en eller två kanaler per ventil ger en naturlig basinställning i systemet. Det är mycket enkelt att mäta luftflödet i ventilerna och att ställa in det.

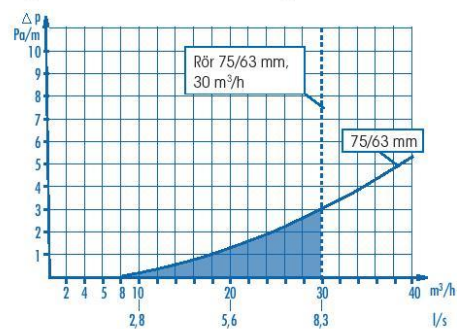
Luftfördelningssystemet Vallox BlueSky kan behändigt monteras i mellanväggar, mellanbjälklag, nedsänkta tak samt i inkapslingar eller betonggjutningar. Alla skarvar har behändiga snabbblåsningar som gör monteringen snabb och enkel.



Rördiameter: Yttre \varnothing 75 mm, inre \varnothing 63 mm, $A=0,0031 \text{ m}^2$

Flödes hastighet	Luftmängd		Flödesmotstånd
	m ³ /h	l/s	
0,5	6,0	1,6	0,0
1,0	11,0	3,1	0,5
1,5	17,0	4,7	0,8
2,0	22,0	6,2	1,5
2,5	28,0	7,8	2,2
2,7	30,0	8,3	3,0
3,0	33,0	9,3	4,0
3,5	39,0	10,8	5,0
4,0	45,0	12,5	6,0

Tryckfall i Vallox BlueSky-kanal



Dimensionering av frånlufts- och tilluftkanaler

Rekommendation:

För ett ventilationssystem utan brus och med lågt tryckfall rekommenderas en luffflödes hastighet på högst 3 m/s.

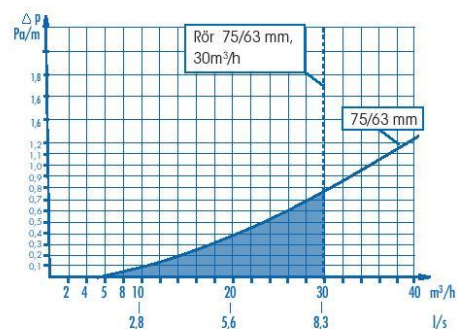
- Rekommenderat maximiluffflöde med ett Vallox BlueSky-rör är 8,3 l/s och med två rör 16,7 l/s.
- Största rekommenderade längd på ett Vallox BlueSky-rör är 15 m när luffflödet är 8,3 l/s. Tryckfallet är då 45 Pa.

VENTILSTOSAR

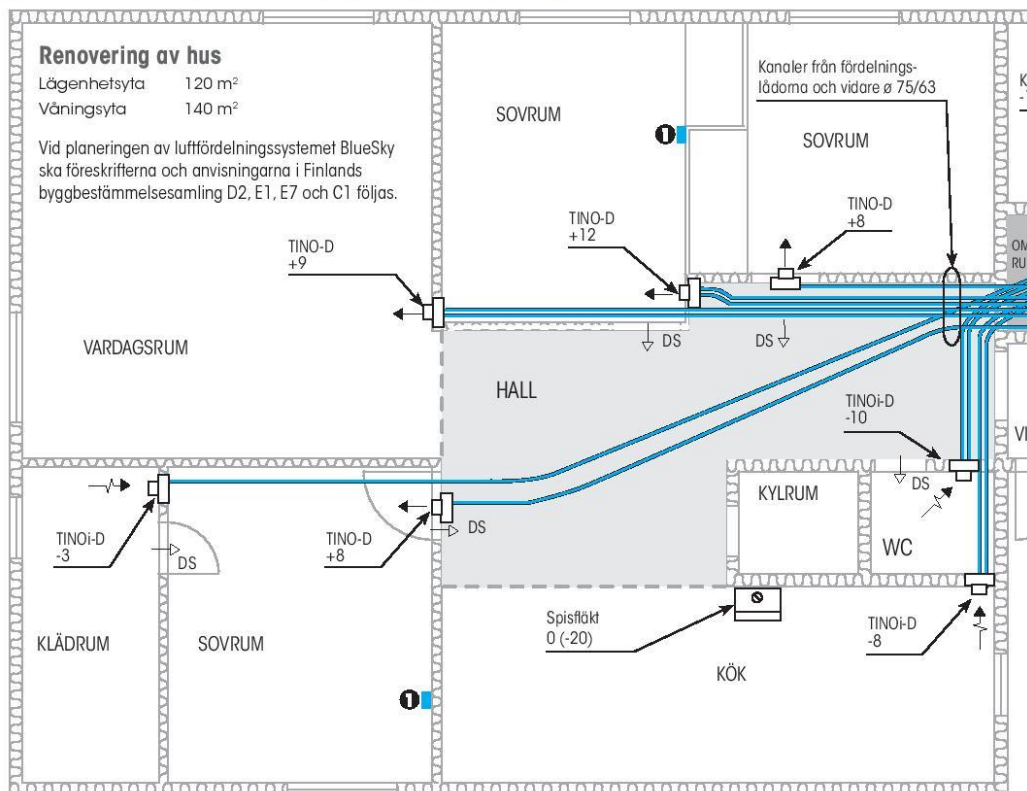
Användningen av en eller två kanaler enligt luffflödet ger en naturlig basinställning och en enkel slutlig mätning av luffflödet.



Tryckfall i Vallox BlueSky 90°-vinkelstos



PLANERING AV BlueSky-VENTILATIONSSYSTEM



Tryckfall

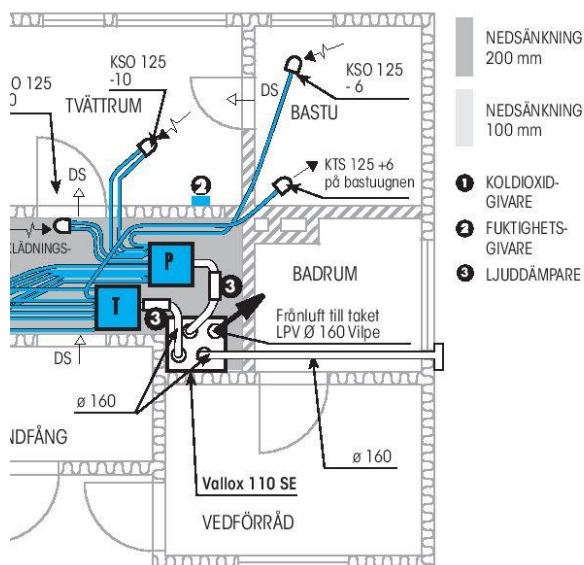
Ett välplanerat och väl genomfört BlueSky-luftfördelningssystem gör det möjligt med ett lågt tryckfall i kanalen. Det ger ett tyst system och en låg energiförbrukning i fläktarna.

Exempel på tryckfall i frånluftskanalen från tvättrummet 10 l/s

Frånluftsentil TINOi-D	10 Pa
BlueSky kanal 2 m (1,5 Pa/m)	3 Pa
BlueSky fördelningslåda 10	13 Pa
Från- och avluftskanal 160 (4 m, 0,5 Pa)	2 Pa
Vinkelstos 160/90, 160/45 (4 st., 1,5 Pa/st.)	6 Pa
Takgenomföring Vilpe 160	10 Pa
Sammanlagt	44 Pa

Exempel på tryckfall i tilluftskanalen till det längst bort belägna sovrummet 8 l/s

Utegaller RIS-V 200 43 l/s	4 Pa
Ute- och tilluftskanal 160 (5 m, 0,4 Pa/m)	2 Pa
Vinkelstos 160/90 (3 st., 1 Pa/st.)	3 Pa
Adapter 160/200	0,5 Pa
BlueSky fördelningslåda 10	10 Pa
BlueSky kanal 11 m (3 Pa/m)	33 Pa
Tilluftsentil TINO-D	10 Pa
Sammanlagt	62,5 Pa



DS = Dörrspringa:
Rum till vilka luft transporteras 15–20 mm
Rum från vilka luft transporteras ca 10 mm
Under dörren mellan bastuns tvätttrum och bostaden 20 mm

Isolering

Till- och frånluftskanaler behöver inte isoleras under ångspärren. Ute- och avluftskanaler isoleras under ångspärren med 19 mm cellplast och ovanför ångspärren med 50 mm ull (inte ångtätt ytskikt).

DIMENSIONERING

Vallox 110 SE R

Tilluftsflöde	43 l/s
Frånluftsflöde (min. 30 % forcering)	47 l/s
Basventilation, ventilationsaggregatets hastighet	3
Fläktarnas sammanräknade upptagna effekt	48 W
Fläktarnas SFP	1
Ventilationsaggregatets verkningsgrad	85 %
Årsverkningsgrad (Mellersta Finland)	76 %
Energimängd ventilationen behöver utan värmed återvinning	7 503 kWh/år
Energibesparing som ventilationsaggregatet ger	5 704 kWh/år
Ventilationens totala energiförbrukning	1 798 kWh/år

DELAR

Delförteckning	Enhet	Antal
Vallox 110 SE R	st.	1
Ljuddämpare	st.	2
Fuktighetsgivare	st.	1
Koldioxidgivare	st.	2
BlueSky-kanal 75 mm (50 m/rulle)	rulle	3
Skarvkoppling	st.	4
Tätningarring (10 st./paket)	paket	4
Fördelningslåda 160/10	st.	2
Ventilanslutningsdel, sidokoppling 125	st.	4
Tilluftsventil TINO-D	st.	4
Tilluftsventil KTS 125	st.	1
Frånluftsventil TINOi-D	st.	3
Frånluftsventil KSO-125	st.	3
Utegaller RIS-V 200	st.	1
Takgenomföring Vilpe 160	st.	1
Spiralfalsad kanal 160	m	12
Vinkelstos 160/90	st.	5
Vinkelstos 160/45	st.	2

Ungefärlig åtgång av delar i luftfördelningssystemet BlueSky

Kanaler

Kanalåtgången i rullar enligt antal rum. I ett tvåvåningshus behövs ytterligare en rulle, i ett trevåningshus ytterligare två.

Anvisning för att räkna behovet av ventilanslutningsdelar

Antalet ventiler räknas utifrån ventilationsplanen. Om plan saknas kan antalet uppskattas: antal rum x 1,2 (avrundas uppåt). I bastun ska man alltid ha två ventiler och ibland i ett stort vardagsrum. Koefficienten 1,2 tar hänsyn till detta.

Som rum räknas alla de utrymmen där det ska komma en ventilationsventil, t.ex. även ett vindfång där det förvaras kläder eller en separat matplats. Tamburen eller hallen räknas i allmänhet inte med.

Övriga kanaler

Friskluften till aggregatet, avluften från aggregatet och kanalen från aggregatet till fördelningslådan ska alltid dras med hård kanal. Ljuddämparna placeras mellan aggregatet och fördelningslådan. Frånluftskanalen från spiskåpan eller spisfläkten ska vara en spiralfalsad kanal.

BlueSky-delar	VVS-nr	Antal rum:		
		10 eller färre	11–15	16–20
BlueSky-kanal 75 mm (50 m/rulle)	8275000	2 rullar	3 rullar	4 rullar
Yttre anslutningsstos	8275001	4 st.	6 st.	8 st.
Tätningarring (10 st./paket)	8275002	4 st.	6 st.	8 st.
fördelningslåda 6 utgångar (anslutning 125 mm, H=160)	8275018			
fördelningslåda 6 utgångar (anslutning 125 mm, H=200)	8275019			
fördelningslåda 10 utgångar (anslutning 160 mm, H=200)	8275020	2 st.	2 st.	
fördelningslåda 15 utgångar (anslutning 200 mm, H=300)	8275021			2 st.
Ventilanslutningsdel, sidokoppling 125	8275009	= ventiler	= ventiler	= ventiler
Ventilanslutningsdel, bakre koppling 125	8275008			
Tino-D-tilluftsventil	8275015			
Tinoi-D-frånluftsventil	8275016			



Kanaler och kanaldetaljer

Vallox BlueSky är en flexibel, ljuddämpande och monteringsvänlig ventilationskanal av luktfri polyeten. Ventilationskanalen Vallox BlueSky har en dubbel konstruktion som inte ger efter eller deformeras: korrugerat ytterrör och slät, antistatisk, luktfri, tät och mikrobskyddad insida.

Vallox BlueSky 75/63-RÖR



- rulle 50 m
- yttre \varnothing 75 mm
- inre \varnothing 63 mm

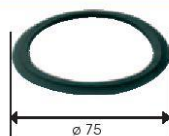
Flexibel ventilationskanal

Produktnummer 380750

VVS-nummer 8275000

TÄTNINGSRING FÖR RÖR 75 mm

Mått



10 st./påse

Produktnummer 382750

VVS-nummer 8275002

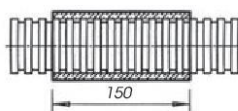
YTTRE ANSLUTNING 75 mm

Mått



- kanalens yttre \varnothing 75 mm

Yttre anslutning till BlueSky-kanal

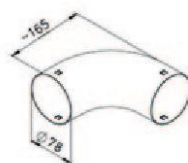


Produktnummer 381750

VVS-nummer 8275001

VINKELSTOS 90° 75 mm

Mått



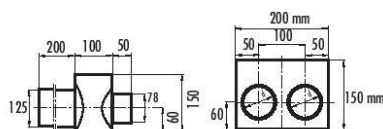
- galvaniserad stålplåt
- på trånga ställen där BlueSky-rörets böjradie inte räcker till.

Produktnummer 384759

VVS-nummer 8275006

ANSLUTNINGSDEL TILL VENTIL/BAKRE KOPPLING

Mått



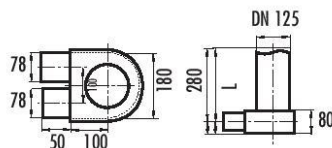
- Kanalstorlek, \varnothing 125 mm
- Luftmängd max. 17 l/s, 8 Pa
- Rörutgångar 2 x 75 mm
- Plugg

Produktnummer 384751

VVS-nummer 8275008

ANSLUTNINGSDEL TILL VENTIL/SIDOKOPPLING

Mått



- Kanalstorlek, \varnothing 125 mm
- Luftmängd max. 17 l/s, 4/6 Pa
- Rörutgångar 2 x 75 mm
- Plugg

Produktnummer 385750

VVS-nummer 8275009



Till- och frånluftsventiler

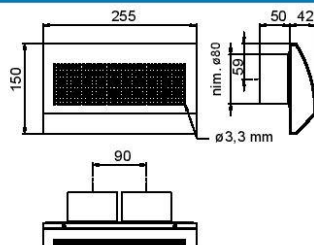
Tillluftsventilen Tino-D och frånluftsventilen Tinoi-D kan anslutas direkt till en Vallox BlueSky-kanal. Ventilhuset har två 75 mm utgångsstosar till BlueSky-kanalen. Ingen ventilanslutningsdel behövs.

Vallox
BlueSky
– luftfördelningssystem

TILLUFTSVENTIL Tino-D

Mått

Reglervärden



TINO-D	k
$q_v = k \times \sqrt{\Delta p_m}$	12*37
A	4,5
Raden stängd	
2	3,6
4	2,7
6	2,0
8	1,3
10	

Produktnummer 386760

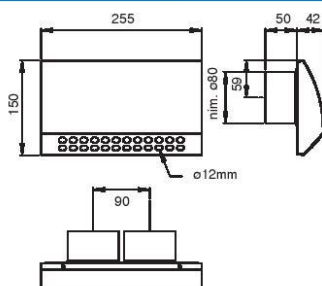
VVS-nummer 8275015

- Tilluftsventil med två BlueSky-kanalanslutningar
- Ventilen uppfyller kraven på brandstrypare (42 l/s/100 Pa).

FRÅNLUFTSVENTIL Tinoi-D

Mått

Reglervärden



TINOi-D	k
$q_v = k \times \sqrt{\Delta p_m}$	12*2
A	2,4
Raden stängd	
2	2,0
4	1,6
6	1,2
8	0,8
10	0,4

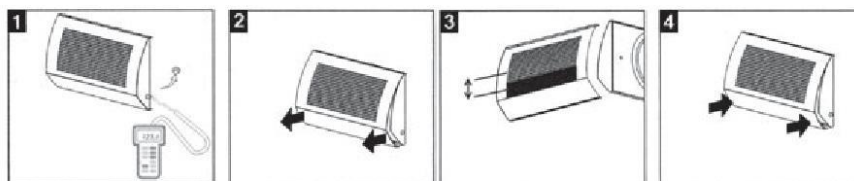
Produktnummer 386770

VVS-nummer 8275016

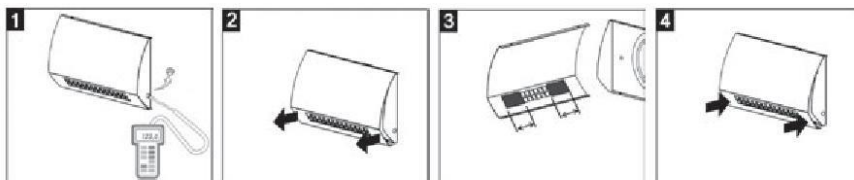
- Frånluftsventil med två BlueSky-kanalanslutningar
- Ventilen uppfyller kraven på brandstrypare (42 l/s/100 Pa).

INSTÄLLNING AV Tino-VENTILER

Tilluftsventil Tino-D



Frånluftsventil Tinoi-D





Luftfördelningslådor

Vallox BlueSky-luftfördelningslådorna är tillverkade av galvaniserad stålplåt. De är försedda med inspektionslucka och konstruktionen är ljuddämpande. Fördelningslådorna fungerar som ljuddämpare både för fläktljudet och för ljud som via ventilationskanalen transporteras från ett rum till ett annat. I fördelningslådor med sex kanalutgångar (H = 160) finns BlueSky-kanalanslutningarna i ändan på lådan. I fördelningslådor med sex kanalutgångar (H = 200) samt med tio och femton kanalutgångar kan en del av kanalerna utgå från ändan och en del ovanifrån. Kanalen låses i utgångsstosen med två låsanordningar.

BlueSky LUFTFÖRDELNINGSLÅDA 6, H = 160/ H = 200 Mått Luftmängder

H = 160

Produktnummer 383277

VVS-nummer 8275018

H = 200

Produktnummer 383278

VVS-nummer 8275019

Anslutning 125 mm

BlueSky LUFTFÖRDELNINGSLÅDA 10, H = 200 Mått Luftmängder

Produktnummer 383676

VVS-nummer 8275020

Anslutning 160 mm

BlueSky LUFTFÖRDELNINGSLÅDA 15, H = 300 Mått Luftmängder

Produktnummer 383876

VVS-nummer 8275021

Anslutning 200 mm

Ljuddämpning, BlueSky luftfördelningslådor	Oktavbandets mittfrekvens Hz/Ljuddämpning dB								
	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
UTG. 6, dB		13	17	17	23	25	20	25	31
UTG. 10, dB		12	19	20	24	15	29	25	36
UTG. 15, dB		17	23	17	26	19	28	34	37

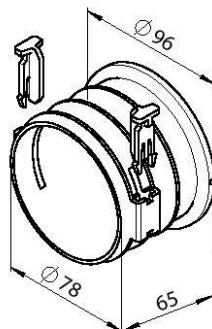
Tilläggsutrustning för luftfördelningslådan

BlueSky-utgångsstosar 75 mm med bajonettlås och annan tilläggsutrustning fås även som enskilda delar.

Vallox
BlueSky
– luftfördelningssystem

UTGÅNGSSTOS 75 mm + 2 låsanordningar

Mått

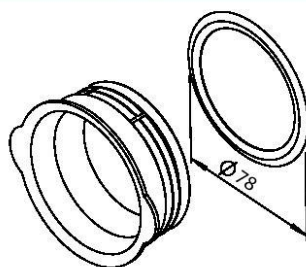


Produktnummer 985023

VVS-nummer 8275022

PLUGG OCH TÄTNING FÖR 75 mm UTGÅNGSSTOS

Mått

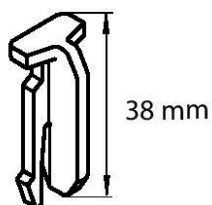


Produktnummer 386751

VVS-nummer 8275023

LÅSANORDNING

Mått



10 kpl / pussi

Produktnummer 386752

VVS-nummer 8275024

LOCK FÖR FÖRDELNINGSLÅDA 75 mm

Mått



Produktnummer 985024

VVS-nummer 8275025

MONTERING AV LUFTFÖRDELNINGSSYSTEMET BlueSky

Montering i nedsänkta tak eller inkapslingar

Då kanalerna finns i varma utrymmen behövs ingen värmeisolering. Om avkyld luft transporteras i kanalerna ska kanalerna isoleras mot kondens.



Montering i vindsbjälklag

Vid montering i vindsbjälklagets isolering rekommenderas att röret monteras omedelbart ovanför ångspärren. Då behöver rören ingen tilläggsisolering utan vindsbjälklagsisoleringen räcker även till för att isolera kanalen. Genomföringarna i ångspärren ska tätas.



Monteringstips

- Vallox BlueSky är ett flexibelt kanalsystem som det är förnuftigt att planera och montera "i stjärnform". På så vis blir kanalen symmetrisk och kort.
- Före montering bör man kontrollera att Vallox BlueSky-kanalerna inte har skadats eller smutsats ner under transporten.
- För att snabba upp dimensioneringsarbetet kan det först utföras på golvet varefter rören och fördelningslådorna lyfts upp och fästs i taket.
- Fördelningslådorna, ventilernas anslutningsdelar och TINO-D-ventilerna är färdigt försedda med utgångsstosar som passar BlueSky-kanalen.
- För att anslutningen ska bli tät ska en tätningring placeras i det första vecket i korrugeringen i ändan av kanalen. Vi rekommenderar att tätningringen fuktas med vatten före monteringen!
- Efter monteringen ska kanaländarna skyddas mot damm och annan smuts med de medföljande skyddspuggarna ända tills kanalerna tas i bruk.
- BlueSky-kanalen bör i sin helhet helst monteras antingen på utsidan eller insidan av ångspärren för att ångspärren ska bli så tät som möjligt.

Installationsbestämmelser

- Vid montering av BlueSky-luftfördelningssystemet ska föreskrifterna och anvisningarna i Finlands byggbestämmelsesamling D2, E1, E7 och C1 följas.
- Brandsäkerheten hos Vallox BlueSky-ventilationskanalen påvisas i VTT:s forskningsrapport VTT-S-04517-10.

Brandskydd och inkapsling

- När ett Vallox BlueSky-system monteras inne i en byggnad i P3-klassen (egnahem, rad- och parhus) ska kanalerna kapslas in med material av minst klassen D-s2, d2 eller beläggas med mineralull.
- Som ventiler används ventiler som stryper luftflödet enligt del E7 6.1 i Finlands byggbestämmelsesamling.
- När ett Vallox BlueSky-system monteras i en höghuslägenhet ska de färdiga kanalmonteringarna kläs in med till exempel brandgipsskiva 2x15 mm och ventilerna ska vara testade brandbegränsningsventiler.

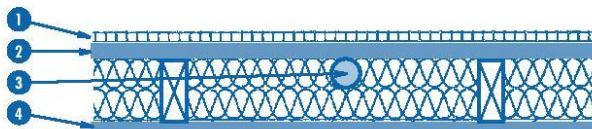
Fixering

Vallox BlueSky-kanalerna ska fixeras i omedelbar närhet av alla anslutningar och på bögge sidorna av en skarv så att kanalanslutningarna inte lossnar i samband med rengöring. På andra ställen behöver kanalen inte fixeras om inte monterings sättet kräver det.



Montering i mellanbjälklag

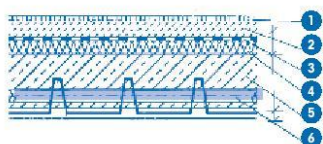
1. Golvbeläggning
2. Trä- eller gipsskiva
3. Vallox BlueSky-rör i isolering
4. Taket undertill



Montering i betonggjutning

Vallox BlueSky-kanalen placeras mellan betongarmeringen eller armeringen i skalplattan och fästs i armeringsjärnen med buntband. Efter kanal- och övrig vse-installation görs dessutom nödvändiga ytarmeringar innan betongen gjuts.

1. Golvbeläggning
2. Cementbruk
3. Byggfilm
4. Ljudisolering efter kraven i fråga
5. Betongplatta enligt hållfasthetsberäkningarna i vilken Vallox BlueSky-kanalerna har gjutits in.
6. Vallox BlueSky-ventilationskanal



Montering av anslutningsdelar till fördelningslådor och ventiler

- En tätning monterar i det sista rörvecket i alla Vallox BlueSky-kanalanslutningar.
- Vallox BlueSky-fördelningslådorna har ljuddämpning och granskningslucka.
- Vi rekommenderar dock att en ljuddämpare monterar mellan ventilationsaggregatet och luftfördelningslådan för att dämpa fläktljudet.
- Tillsammans med en Vallox BlueSky-fördelningslåda leveraras monteringsvinklar inklusive skruvar.
- Vallox BlueSky-kanalen inkl. tätningringen trycks in i fördelningslådans utgångsstos och låses med två låsanordningar. För kanalen från ventilationsaggregatet finns en utgångsstos med gummiring.
- Ventilanslutningen fästs först vid byggkonstruktionen varefter man kan ansluta kanalen eller kanalerna till den.
- Vallox BlueSky-kanalen inkl. tätningringen skjuts in i ventilens anslutningsdel. Kanalen låser sig i kanalstosens låselement.
- I anslutningsdelen monterar en 125 mm ventil antingen med fjäderfäste eller en 125 mm festsättningsram.
- Tino-D- ja Tinoi-D-ventilerna har två stoser till BlueSky-kanalen. Vallox BlueSky-kanalen inkl. tätningring skjuts in i kanalstosen. Kanalen låser sig i kanalstosens låselement.
- Om endast den ena kanalstosen i en ventil eller anslutningsdel tas i bruk ska den andra tillslutas med den medföljande skyddspluggen. Skyddspluggen monterar inuti rörstosen.



Isolering av BlueSky-kanaler i mellanbjälklag och kalla utrymmen

Då BlueSky-kanalerna monteras på undre sidan av ångspärren förblir ångspärrens plast hel. Vintertid minimeras kanalens värmeförluster och sommartid slösas man inte ventilationsaggregatets kyleffekt på en het vind.



Vid montering på vind behöver en tunn BlueSky-kanal vanligtvis ingen annan isolering än lösullen när kanalen monteras nära ångspärren. Det är viktigt att se till att isoleringen på kanalen är tillräckligt tjock om kanalen har monterats så att den inte ligger nära ångspärren.

Ventilernas anslutningsdelar fästs i takkonstruktionerna och 125 mm röret genom ångspärren tätas i ångspärren. De lokala byggnadsmyndigheternas eventuellt avvikande isoleringskrav ska följas.



Kanaler i varma utrymmen - inomhus

Temperaturen på luften i kanalen över + 10°C

- Frånluftskanal
- Tilluftskanal



Ingen isolering

Temperaturen på luften i kanalen under + 10°C

- Uteluftskanal till aggregatet
- Avluftskanal från aggregatet
- Tilluftskanal



Isolering med slutna celler 2 cm

Kanaler i kalla och varma utrymmen

Kylning med ventilationsaggregat

Temperaturen på luften i kanalen under + 17°C

- Tilluftskanal



Isolering med slutna celler 2 cm

Kanaler i kalla utrymmen

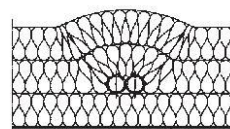
- på vinden, i och ovanför vindsbjälklagets isolering

- Tilluftskanal
- Frånluftskanal

Vindsbjälklagsisolering



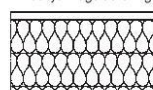
Ångspärr



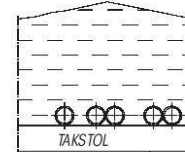
Ångspärr

KANALER I LÖSULL

Vindsbjälklagsisolering



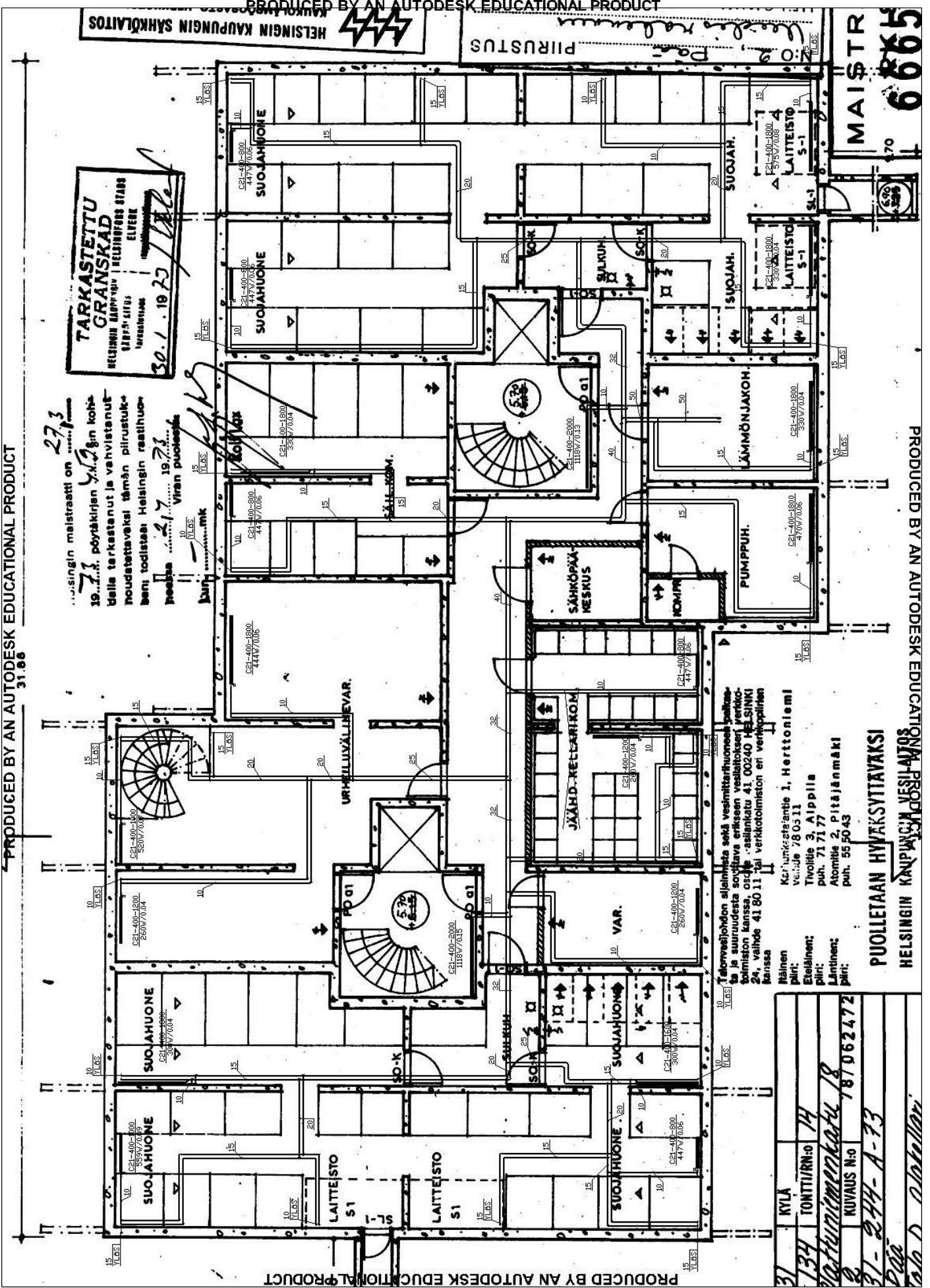
Ångspärr



Ångspärr

Obs!

Ute- och avluftskanalen får inte monteras i vindsbjälklagsisoleringen.



TARKASTETTU GRANSKAD
 HELSINGIN KAUPUNGIN SÄHKÖLÄITTEISTÖ
 11.12.1978
 30.1.1979

...singingin maistraatti on 27.3
 19...3.3. pöytäkirjan 5.13 gin kohta
 täällä tarkastanut ja vahvistanut
 huostattavaksi tämän piirustuksen
 nimi todistaa Helsingin raastihuone
 heinäkuun 27. 1978.
 Viran puolesta
 [Signature]

31
 KYLA
 TONTTI/RN:0 14
 134
 Kuvauksen nimi: 18
 KUVAN N:0 187062472
 31-244-A-13
 Pää
 13.10.1978

Talonvesijohdon suunnitelmasta sekä vesimittaruoneesta valkaisu- ja suuruudesta soveltava erikseen vesilaitoksen perustamistomion kanssa, osasto-asiantuntija 41 00240 HELSINKI 24, vaihde 4180 11 tai verkkotomion en verkkotomion kanssa

Mäinen
 piiri: Kruuninkatu 1, Herttoniemi
 puh. 78 03 11
 Eteläinen:
 piiri: Thivoli 3, Aipilla
 puh. 71 71 77
 Läntinen:
 piiri: Atomitie 2, Pitäjänmäki
 puh. 55 50 43

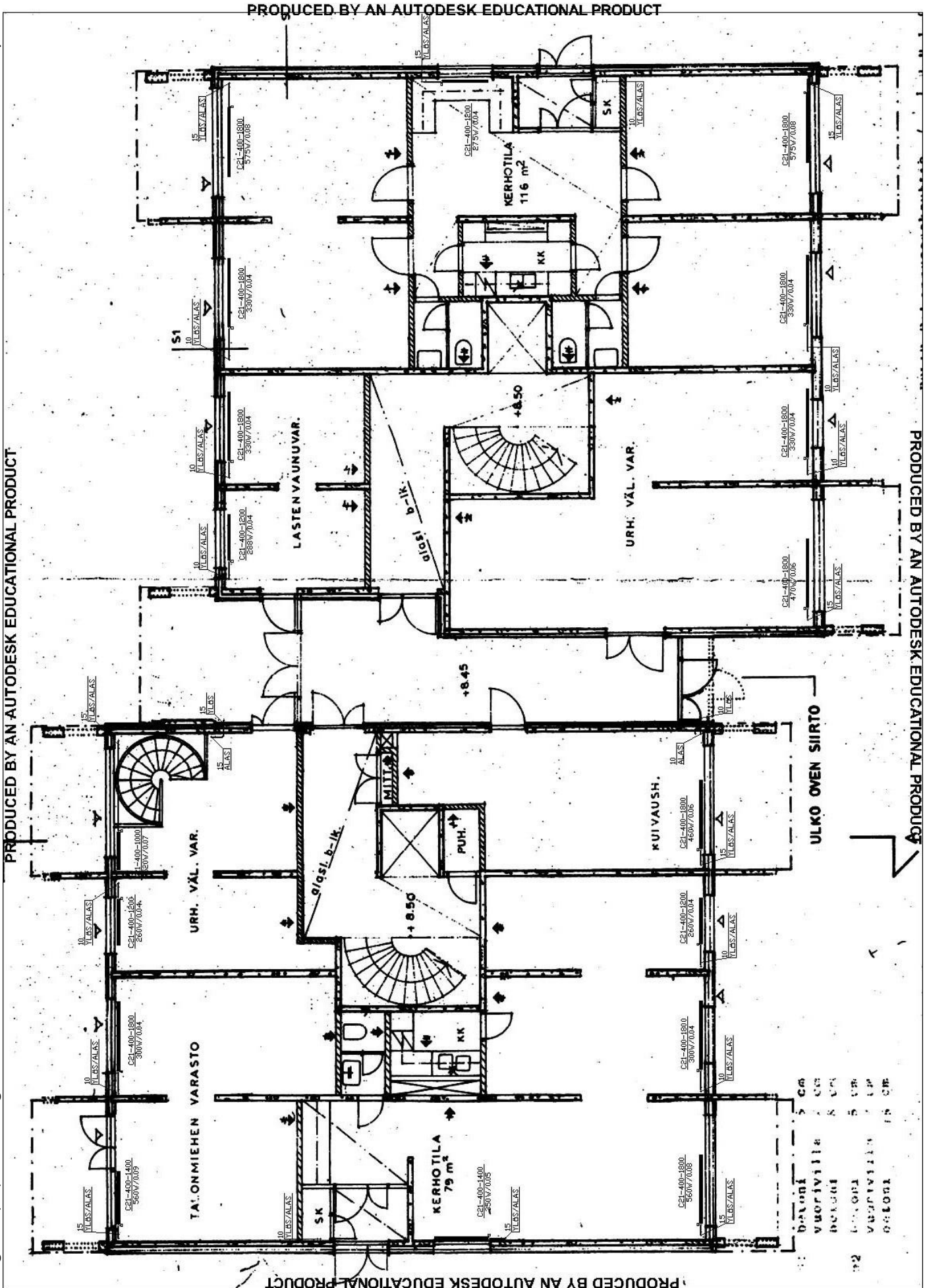
PULLETAAN HYVÄKSYTTÄVÄKSI
 HELSINGIN KAUPUNGIN VESILAITOKSEN

HELSINGIN KAUPUNGIN SÄHKÖLÄITTEISTÖ
 PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PIIRUSTUS
 MAISTR
 6665

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT
 31.86

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



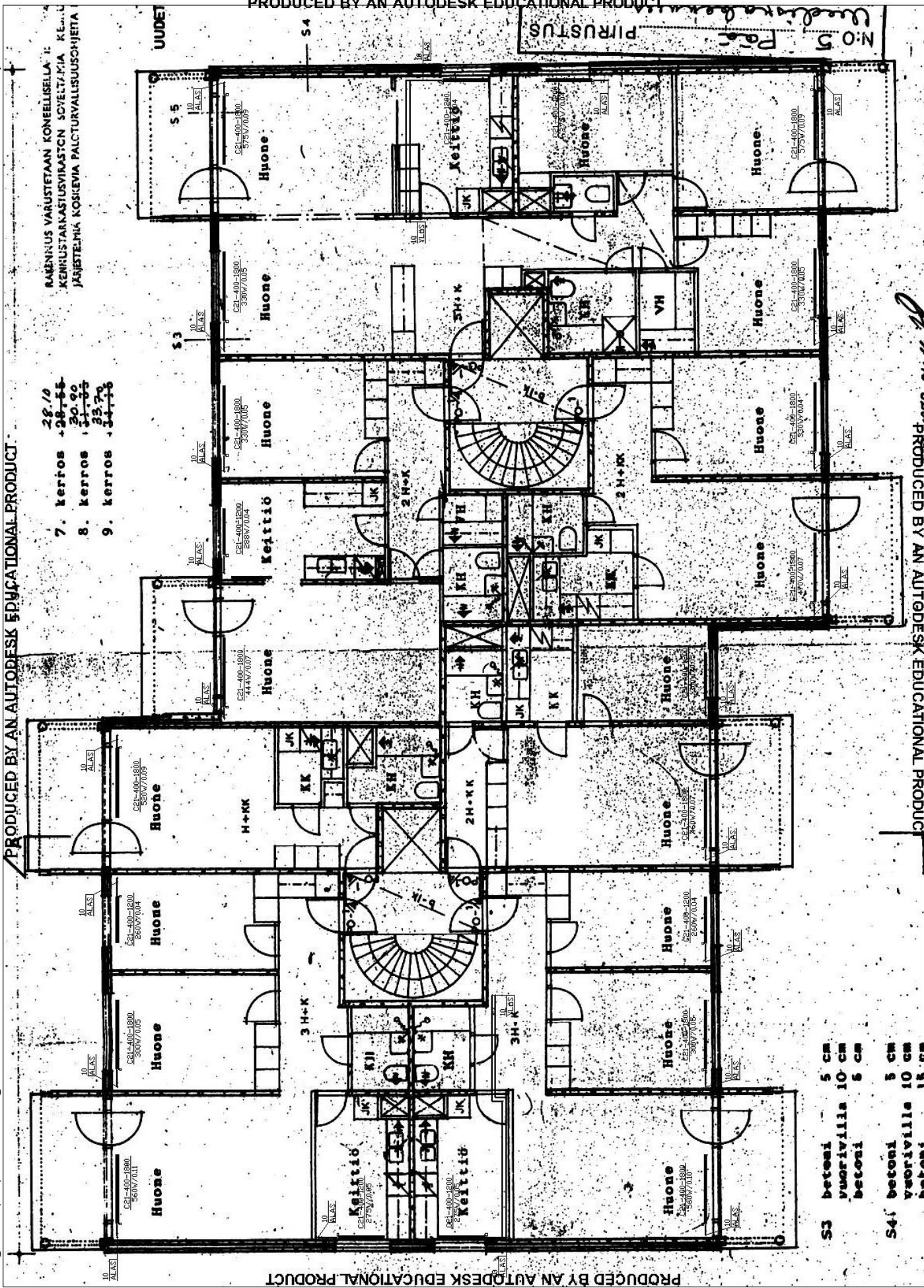
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

Room Name	Area (m²)	Unit
baloni	5	cm
VUORIVILLA	8	cm
OKKUI	5	cm
VUORIVILLA	7	cm
OKKUI	15	cm



28.10
7. kerros +28-55
30.90
8. kerros +30-65
33.70
9. kerros +33-75

RAENKUS VARUSTETAAN KONEELLISELLA 1: KENNUSTANKASTUSVIRASTON SOVETZMAIA K... JÄRJESTELMIÄ KOSKEVIA PALCUTURVALLISUUSOHJEITA

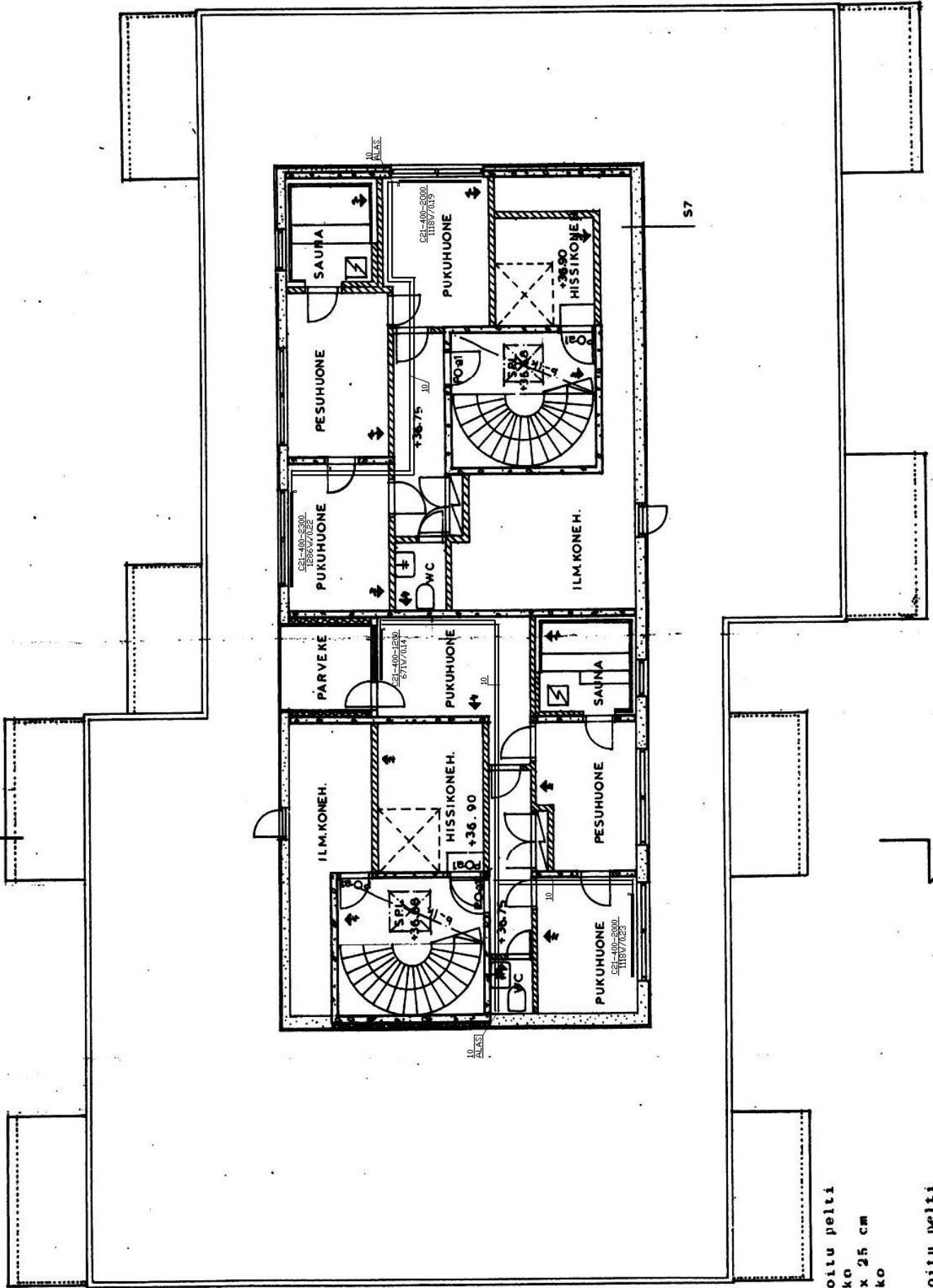
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

- S3 betoni 5 cm
vuorivilla 10 cm
betoni 5 cm
- S4 betoni 5 cm
vuorivilla 10 cm
betoni 10 cm

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

filoittu pelti
 arako
 orox 25 cm
 arako
 teli

filoittu pelti
 arako

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT 31.86

TARKASTETTU GRANSKAD
HELSINGIN KAUPUNKI / HELSINGFORS STADS
SÄLFSÄTTIS ELVERE
30.1.1973

...singingin maistraatti on 273
19...33 pöytäkirjan 503 gin kohta
della tarkastanut ja vahvistanut
hoidettavaksi tämän piirustuksen
beni todistaa Helsingin raastihuo-
neesta 27.1.1973
Viran puolesta

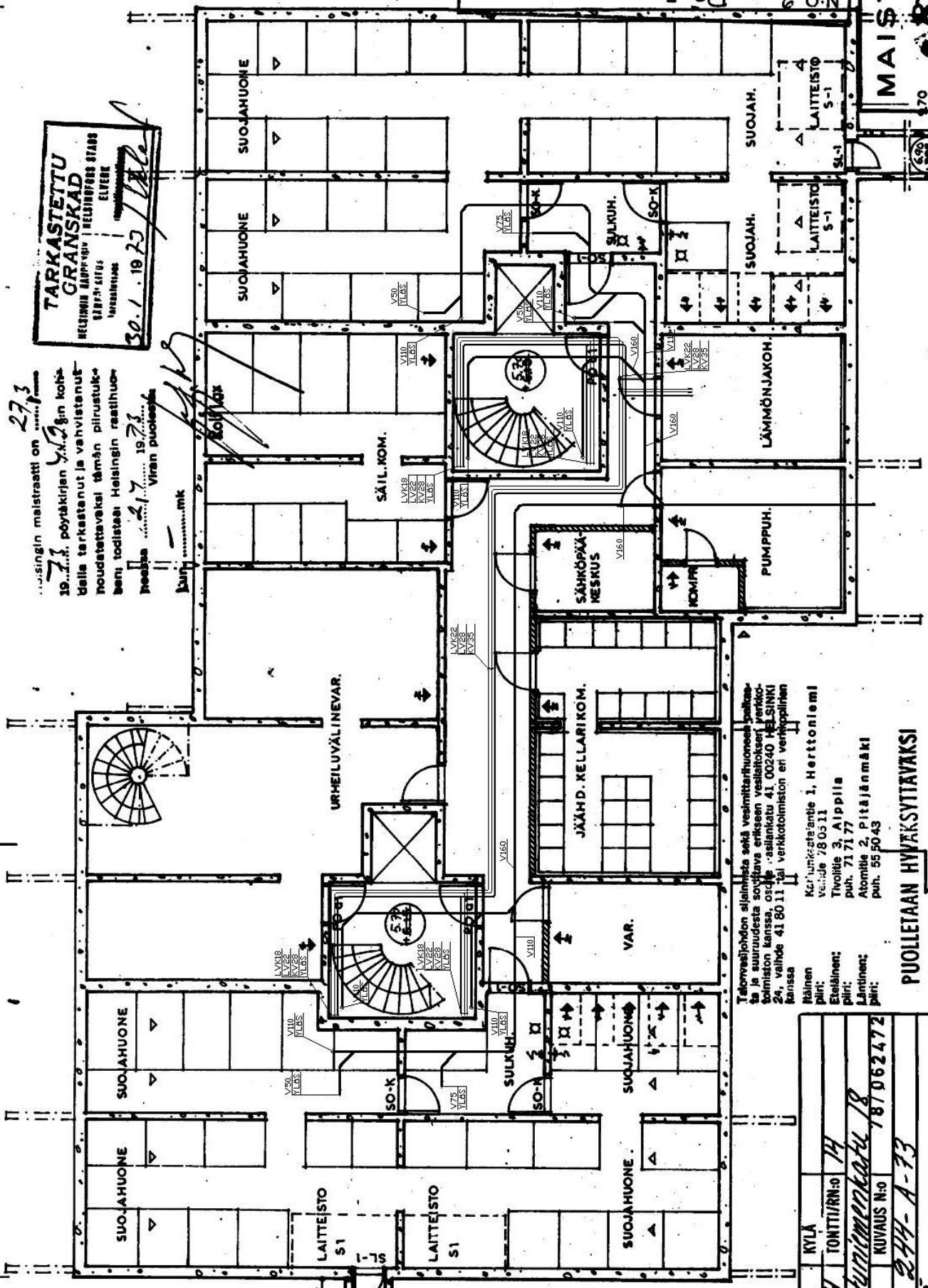
HELSINGIN KAUPUNGIN SÄHKÄLÄITOS

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PIIRUSTUS

MAISTR

6665



Talonvesijohdon sijainnista sekä vesimittaruoneesta paikasta ja suuruudesta sovittava erikseen vesilaitoksen verkostomiston kanssa, osasto -asiantuntija 41 00240 HELSINKI 24, vaihde 41 80 11 tai verkostomiston eri verkkojohtajien kanssa

Mäinen piiri: Keskuskeskustantie 1, Herttoniemi
Vaihde 78 05 11

Eteläinen piiri: Tivoli 3, Alppila
puh. 71 71 77

Läntinen piiri: Atomitie 2, Piltajänmäki
puh. 55 50 43

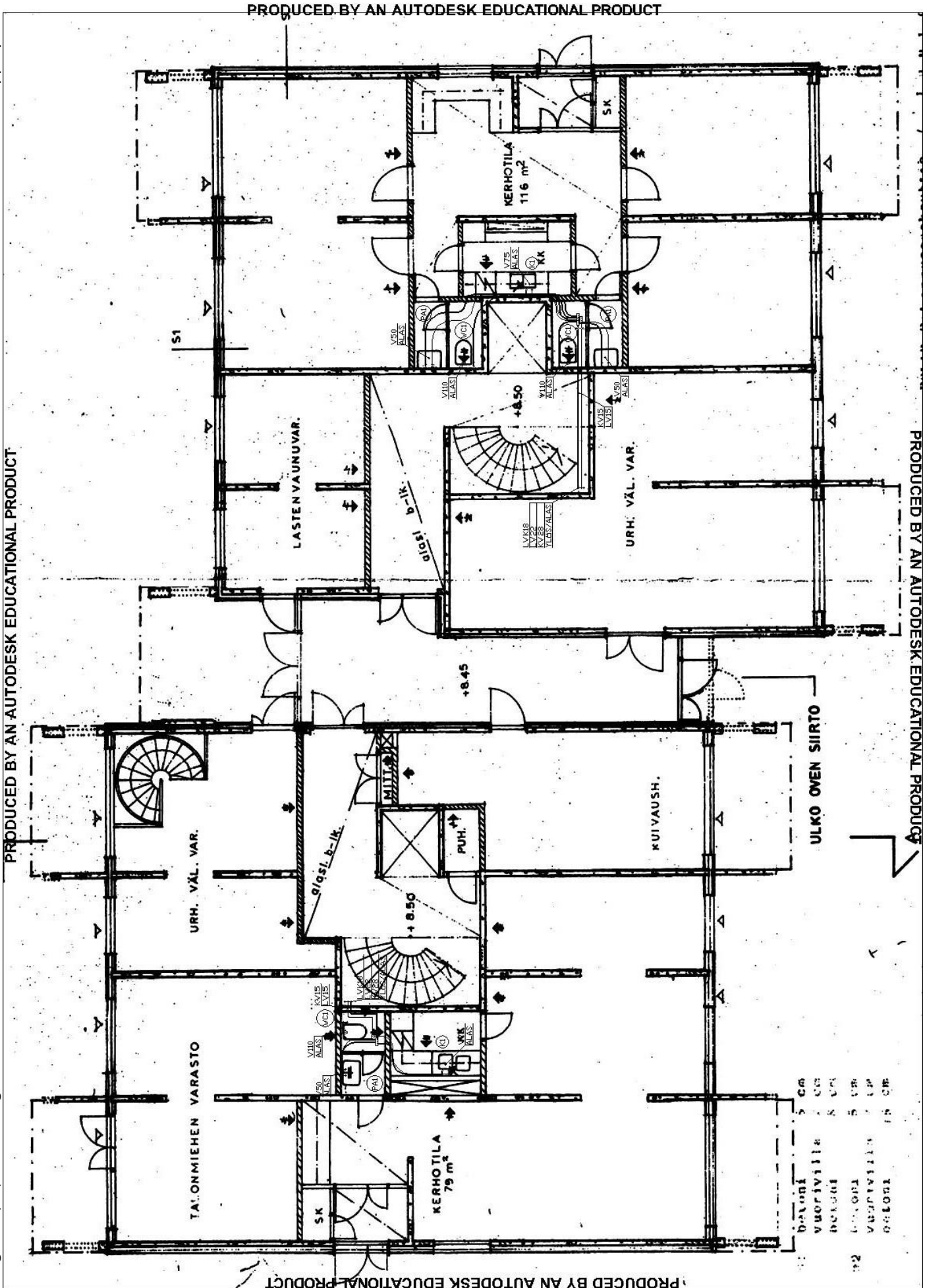
PUOLLETTAAN HYVÄKSYTTÄVÄKSI

HELSINGIN KAUPUNGIN SÄHKÄLÄITOS

31	KYLA
134	TONTTI/RN:0 14
10	Asiantuntijankatu 18
0	KUVAUS N:0 187 062472
31-244-A-13	
000	
000	

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



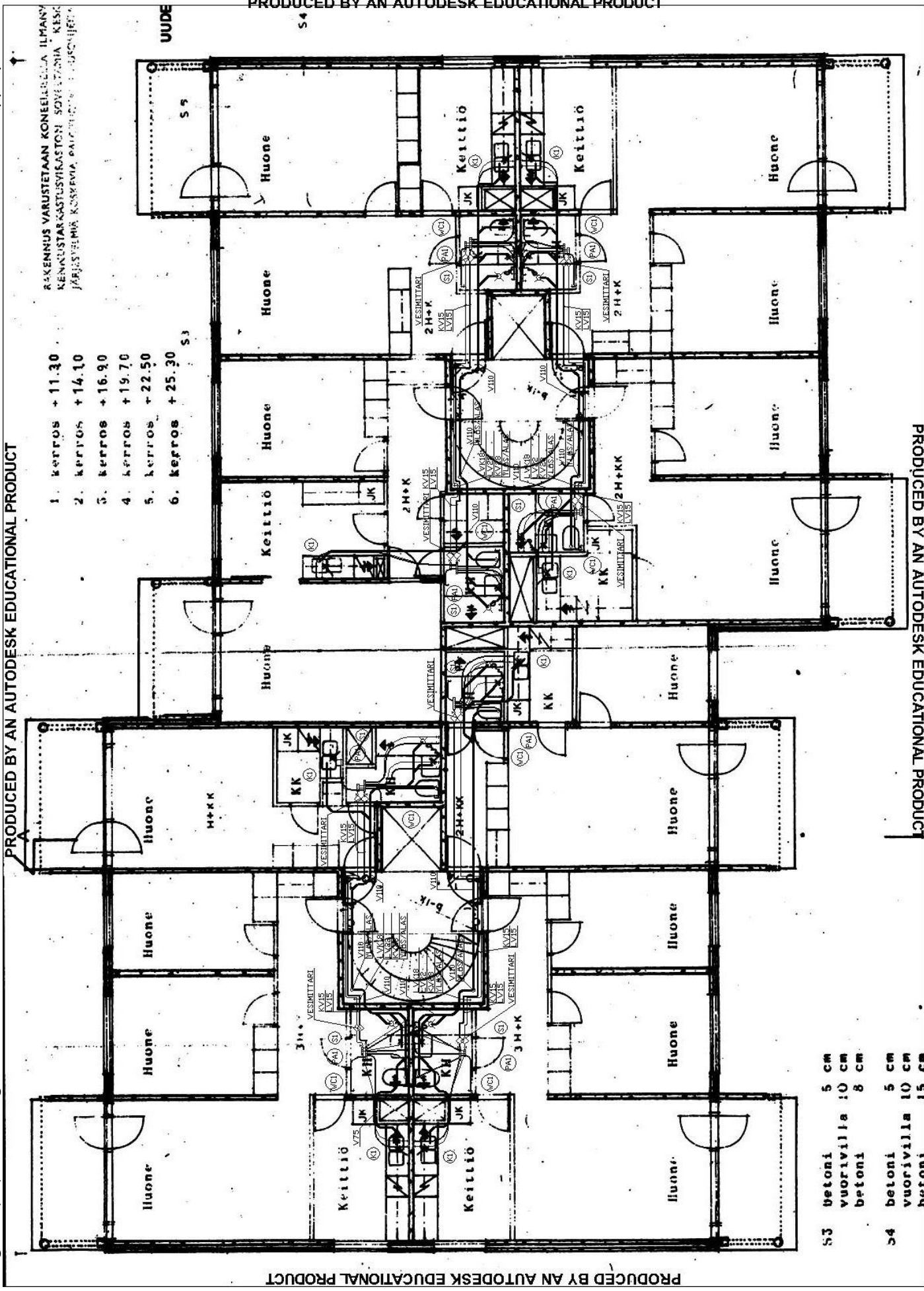
betoni	5	CM
vuorivilla	2	CM
betoni	8	CM
betoni	5	CM
vuorivilla	7	CM
betoni	15	CM

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



1. kerros + 11.30
2. kerros + 14.10
5. kerros + 16.90
4. kerros + 19.70
5. kerros + 22.50
6. kerros + 25.30

S3	betoni	5 cm
	vuorivilla	10 cm
	betoni	8 cm
S4	betoni	5 cm
	vuorivilla	10 cm
	betoni	15 cm

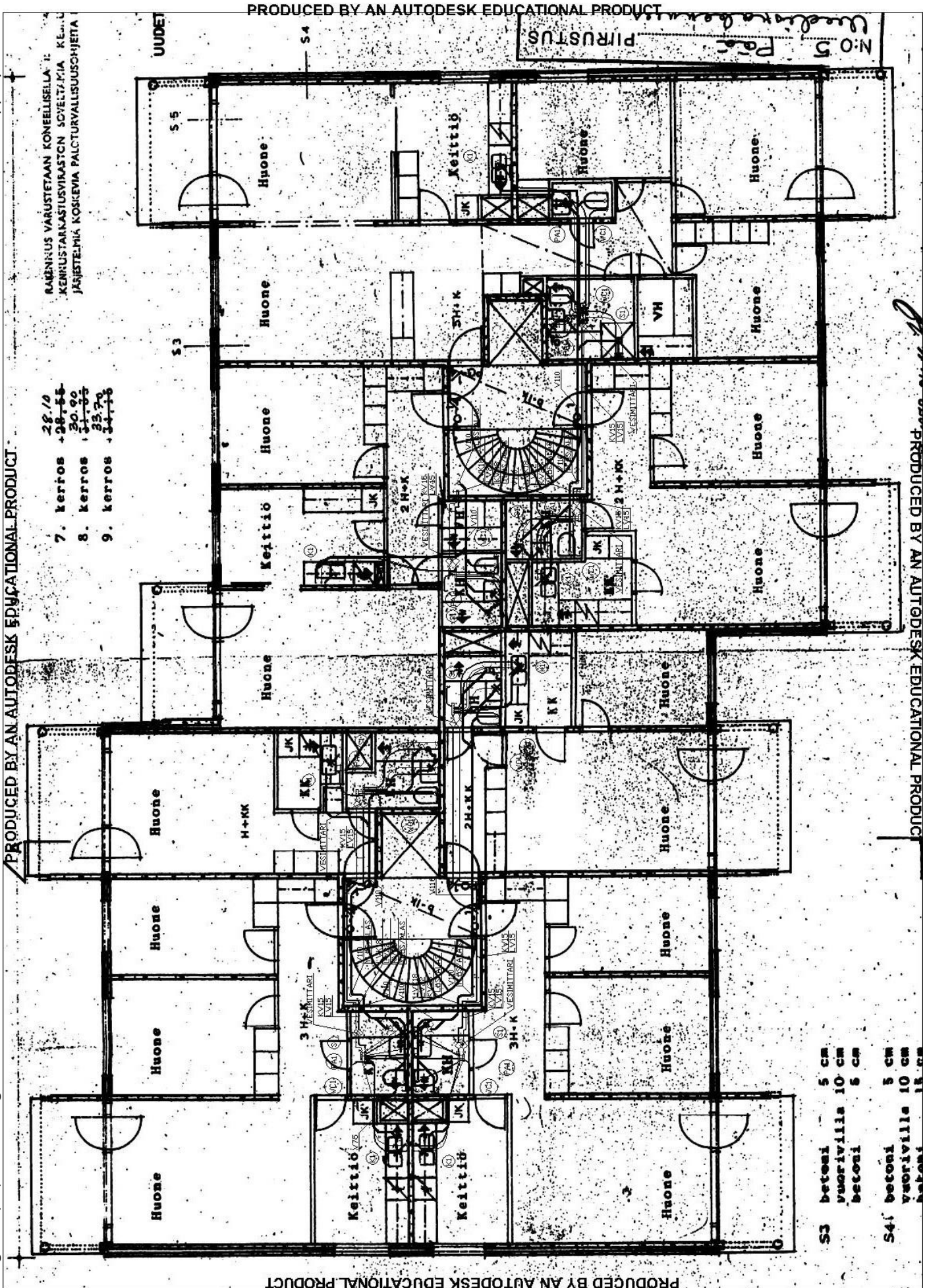
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

RAKENNUS VARUSTETAAN KONEELLISELLA ILMAVAIKUUKUNNISTARAKASTUSVÄIKÄSTÖN SÖVETÄMÄ KESKIJÄRJESTELMÄ KOKKEVA PALJUKUUKUNNISTUS



28.10
 7. kerros +28-55
 8. kerros +30-90
 9. kerros +33.70
 +34.15

RAENKUS VARUSTETAAN KONEELLISELLA 1: KENNUSTANKASTUSVIRASTON SOVETZEMIA KELLU JÄRJESTELMIA KOSKEVIA PALTURVALLISUUSOHJEITA

- S3 betoni 5 cm
- vuorivilla 10 cm
- betoni 5 cm
- S4 betoni 5 cm
- vuorivilla 10 cm
- betoni 10 cm

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

N:05 Pää PIRUSTUS

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

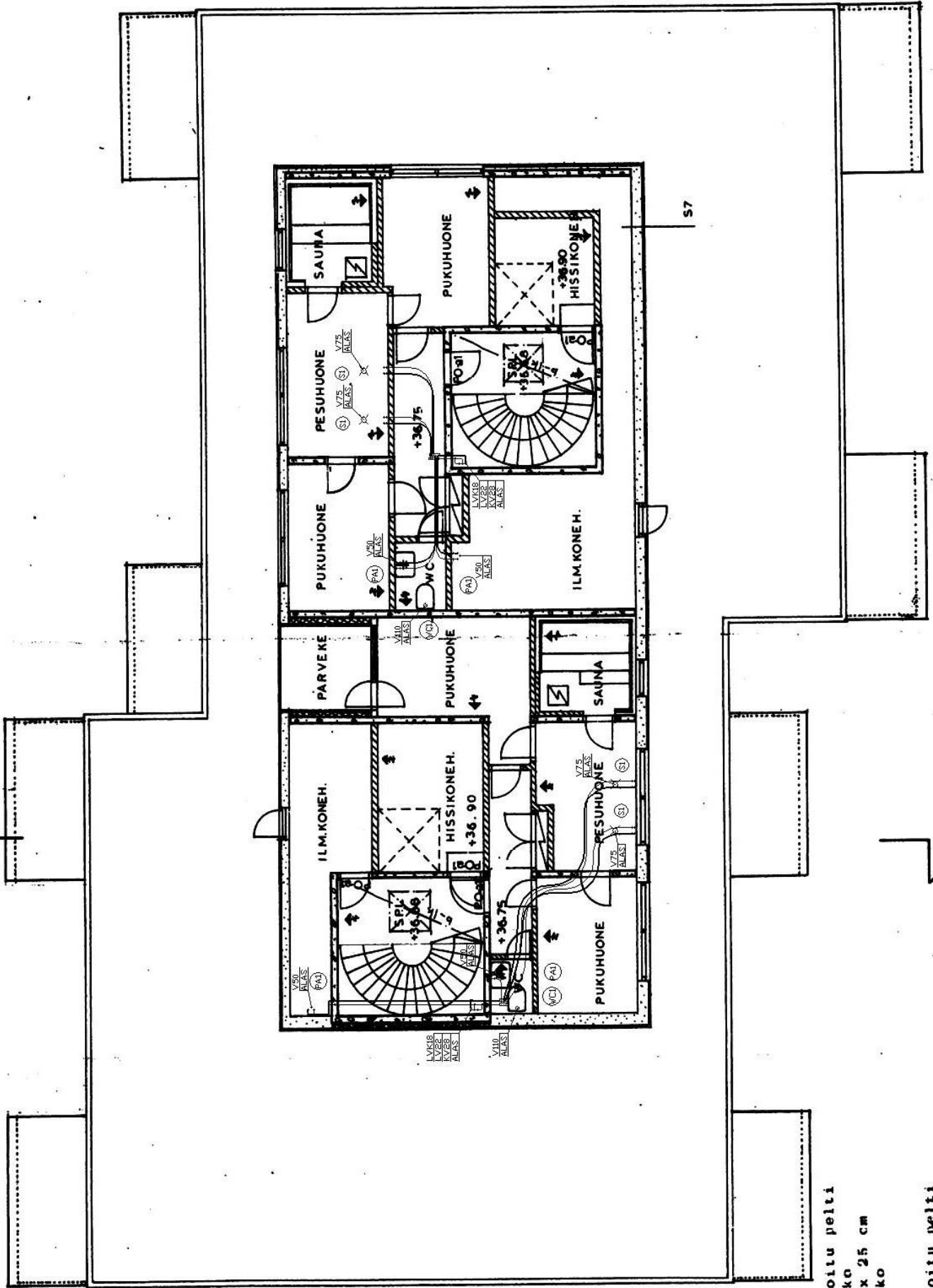
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

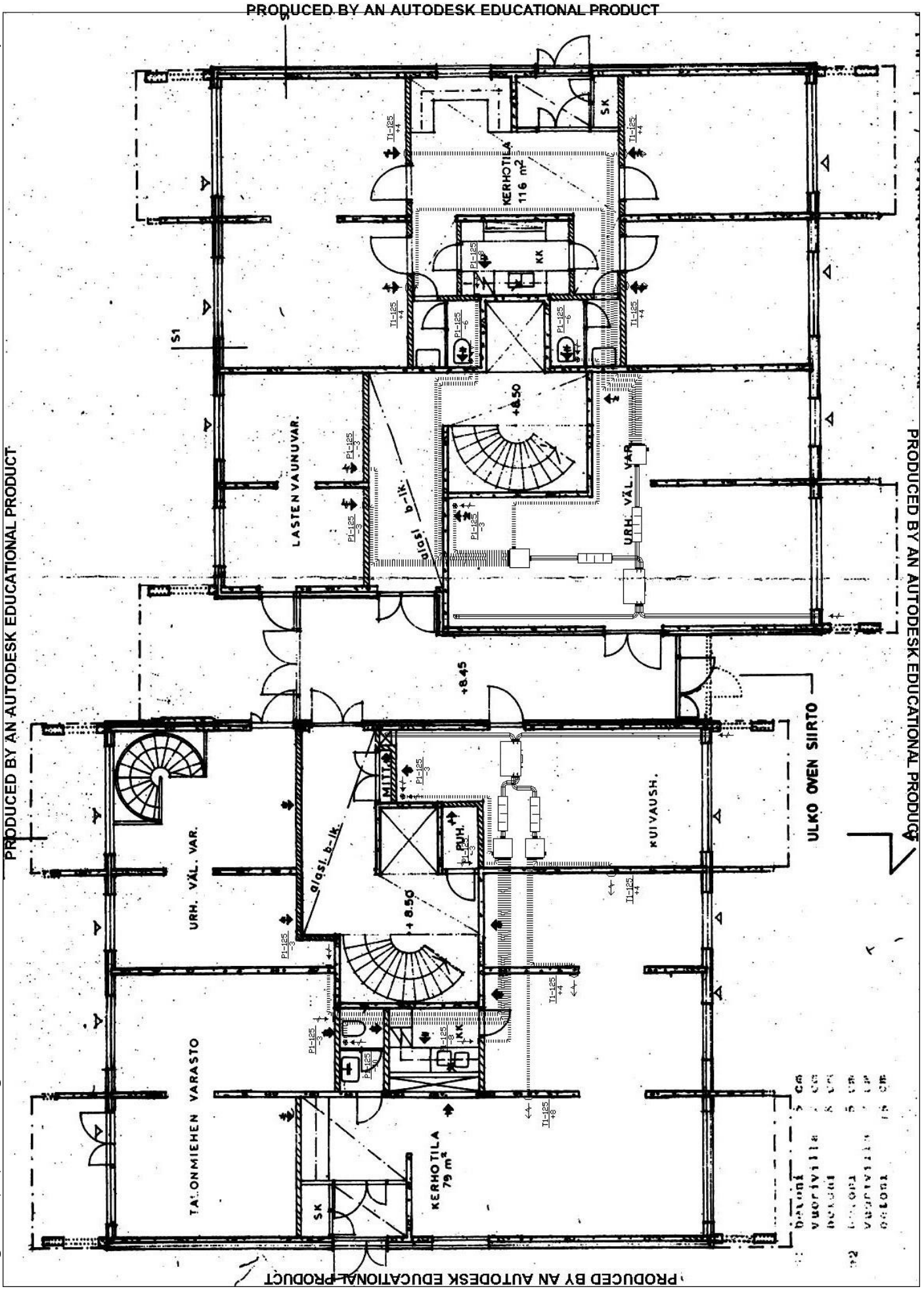
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



filoittu peitti
 arako
 orax 25 cm
 arako
 teli

filoittu peitti
 arako



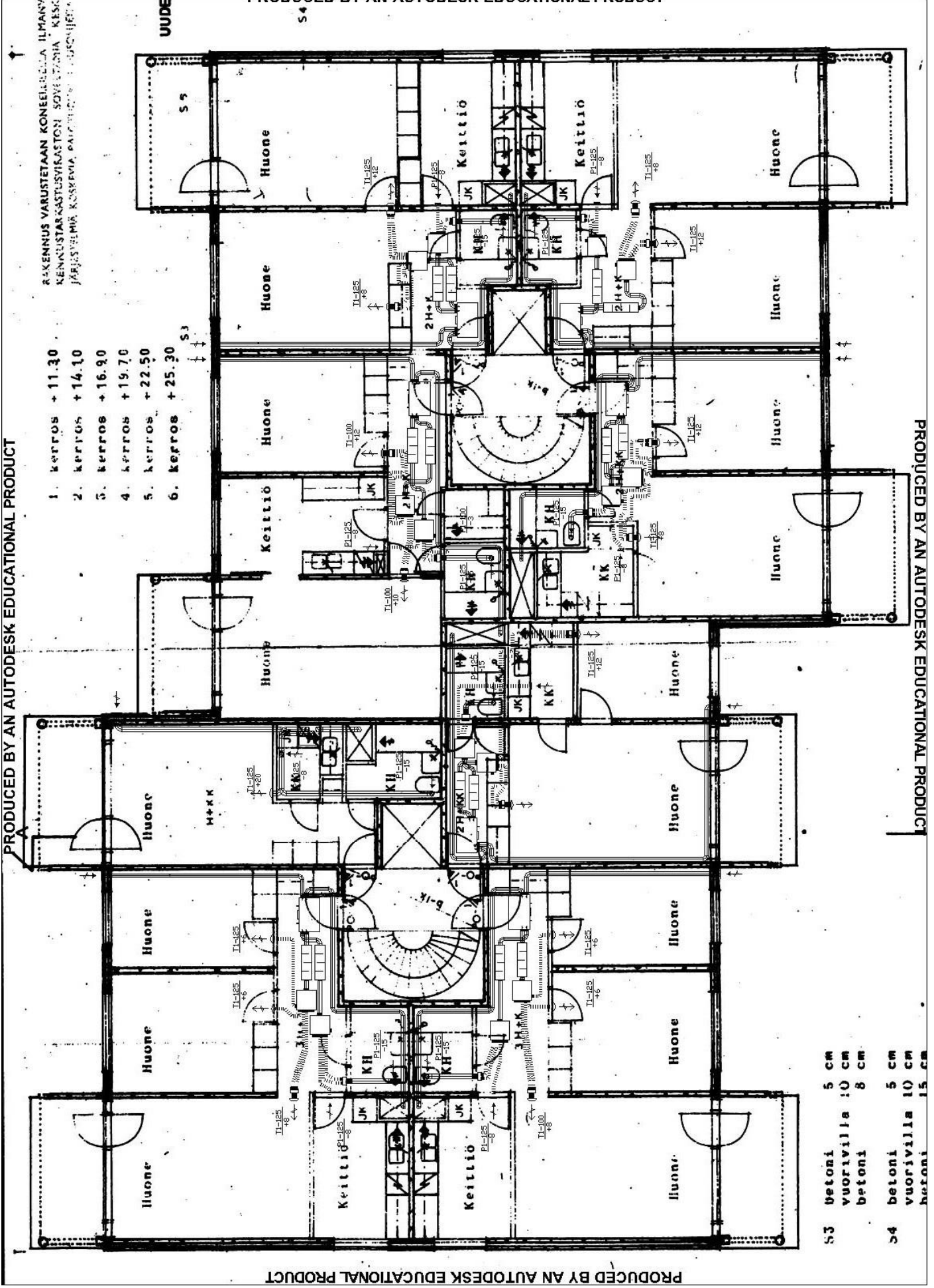
betoni	5	cm
vuorivilla	2	cm
betoni	8	cm
betoni	5	cm
vuorivilla	2	cm
betoni	15	cm

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

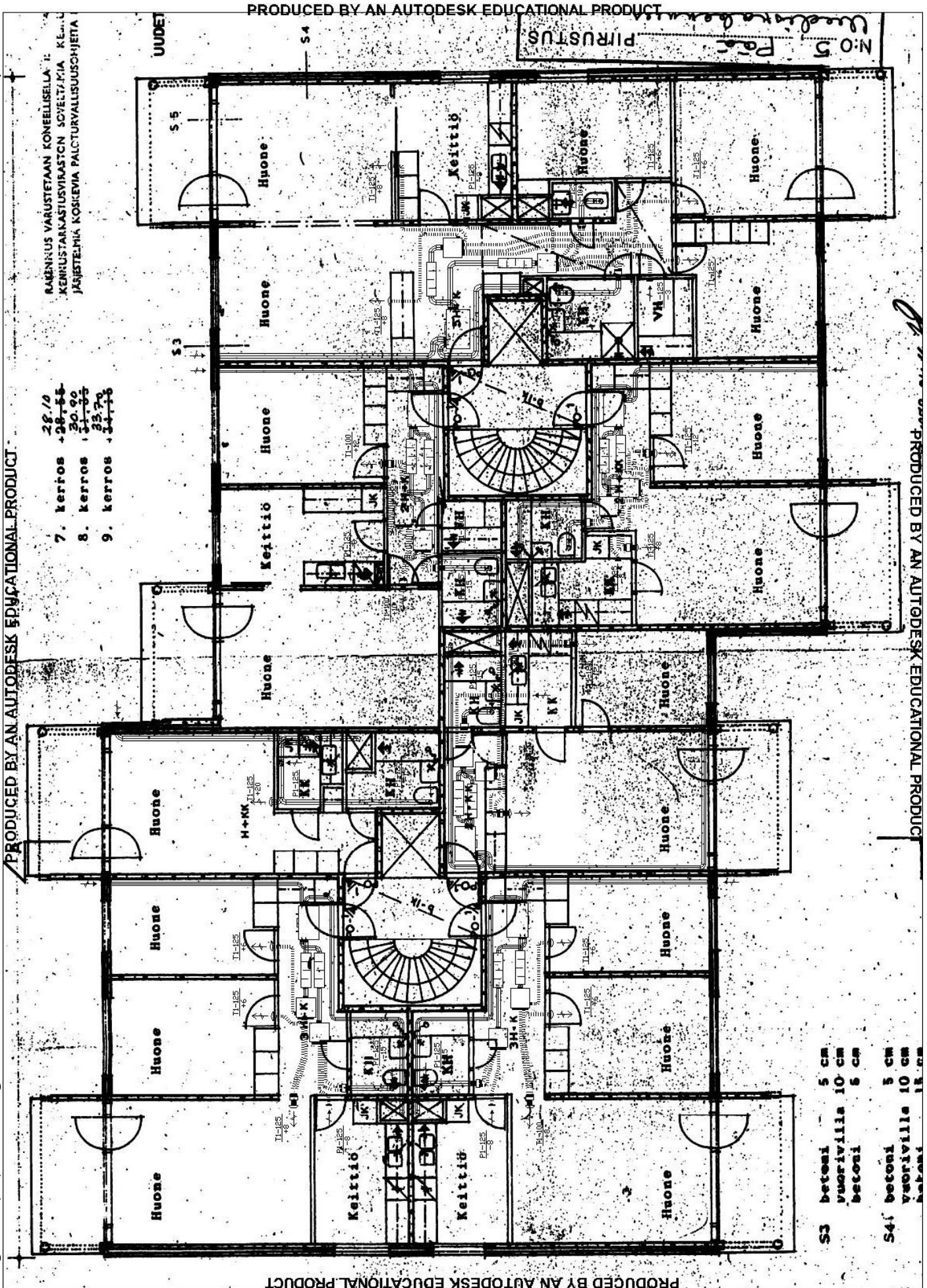
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



1. kerros + 11.30
2. kerros + 14.10
5. kerros + 16.90
4. kerros + 19.70
5. kerros + 22.50
6. kerros + 25.30

RAKENNUS VARUSTETAAN KONEELLISILLA ILMANVÄIKKÖKONEILLA, KÄYTTÖKÄSIVÄLÄINÄ KÄYTTÖKÄSIVÄLÄINÄ KÄYTTÖKÄSIVÄLÄINÄ KÄYTTÖKÄSIVÄLÄINÄ KÄYTTÖKÄSIVÄLÄINÄ KÄYTTÖKÄSIVÄLÄINÄ

S3	betoni	5 cm
	vuorivilla	10 cm
	betoni	8 cm
S4	betoni	5 cm
	vuorivilla	10 cm
	betoni	15 cm



28.10	
7. kerros	+28.55
8. kerros	+30.90
9. kerros	+33.25
	+34.75

RAENKUS VARUSTETAAN KONEELLISELLA 1: KENNUSTAKASTUSVIRASTON SOVETZAMIA K... JÄRJESTELMIÄ KOSKEVIA PALTURVALLISUUSOHJEITA

- S3 betoni 5 cm
vusrivilla 10 cm
betoni 5 cm
- S4 betoni 5 cm
vusrivilla 10 cm
betoni 10 cm

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

N:05 Pää PIRUSTUS

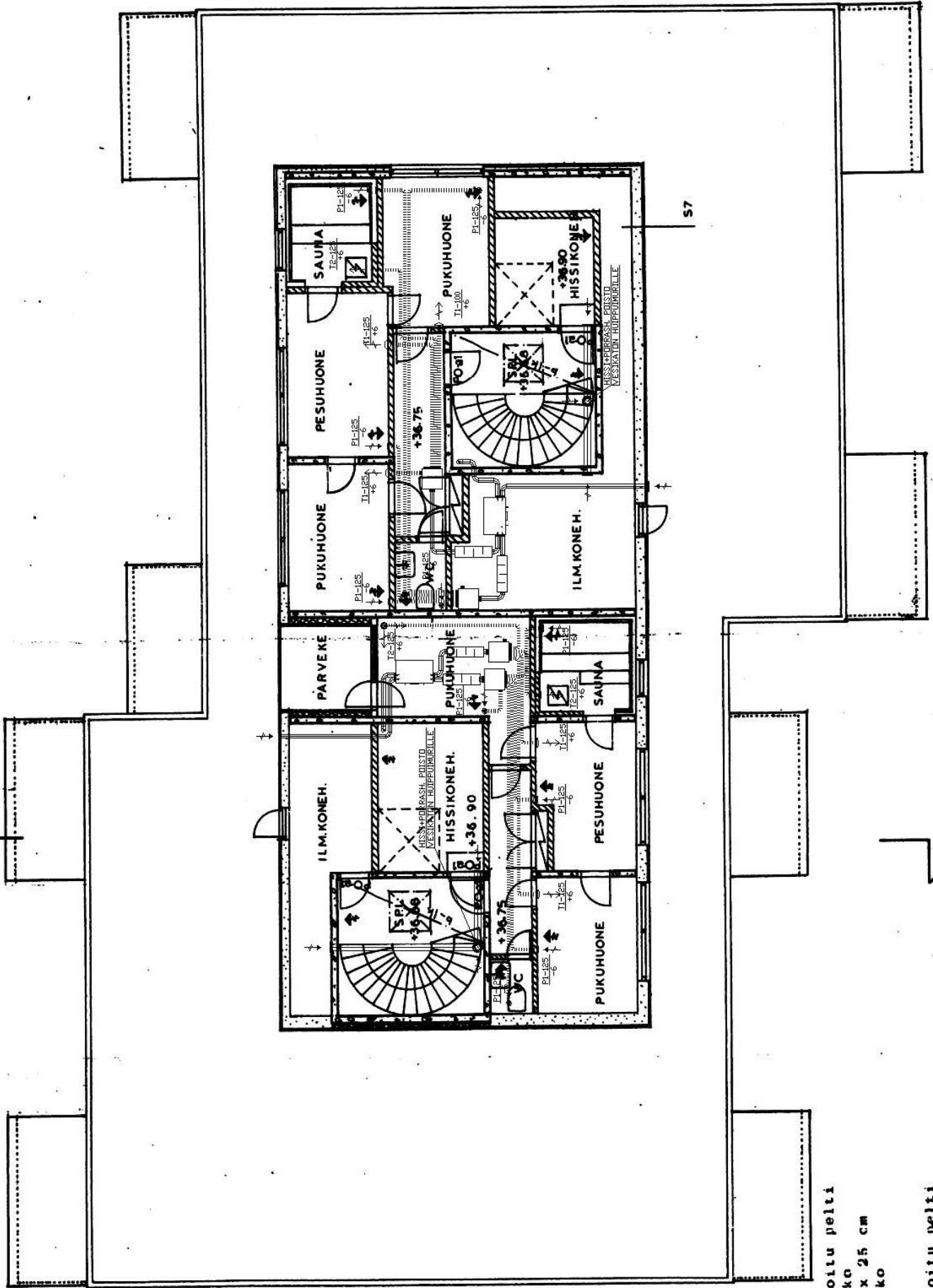
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

filoittu pelti
 arako
 orex 25 cm
 arako
 teli

filoittu pelti
 arako