[Chung's Equations Models_Theories]

▣ 화재 시 연기 위험성을 예측 및 평가하기 위하여 Chung's equations 1, 2, 3을 정립하였다[Appl. Chem. Eng., Vol. 29, No. 6, 2018, 670-676].

* 연기성능지수(A, B) [Smoke Performance Index (A, B), SPI (A, B)] :

$$\boldsymbol{SPI\ (s^2/m^2)\ (A)} = \frac{\boldsymbol{TTI\ (s)}}{\boldsymbol{SPR_{peak}(m^2/s)}} \quad (1)$$

TTI : Time to ignition, SPR_{peak}: $1_{st\text{-}peak}$ smoke production rate

* Method B : $SPR_{peak}(m^2/s) \rightarrow SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함.

* 연기성장지수(A, B) [Smoke Growth Index (A, B), SGI (A, B)] :

$$\boldsymbol{SGI\ (m^2/s_2)\ (A)} = \frac{\boldsymbol{SPR_{peak}\ (m^2/s)}}{\boldsymbol{Time\ to\ SPR_{peak}(s)}} \quad (2)$$

Time to SPR_{peak} : Time to $1_{st\text{-}peak}$ smoke production emission

* Method B : $SPR_{peak}(m^2/s) \rightarrow SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함.

* 연기강도(Smoke Intensity, SI) :

$$\boldsymbol{SI\ (kW/kg) = MARHE\ (kW/m^2)\ \cdot\ SEA\ (m^2/kg)} \quad (3)$$

MARHE : Maximum average rate of heat emission

SEA : Specific extinction area

.

▣ 연기 위험성 평가를 표준화 하기 위하여 기준 물질을 사용하여 Chung's equations-V [연기성능지수-V (A, B) [Smoke Performance Index-V (A, B), SPI-V (A, B)]와 연기성장지수-V (A, B), [Smoke Growth Index-V (A, B), SGI-V (A, B)]를 정립하였다[Appl. Chem. Eng., Vol. 32, No. 2, 2021, 197-204].

* 연기성능지수-V (A, B), [Smoke Performance Index-V (A, B), SPI-V (A, B)] : 무차원지수

$$SPI-V\,(A) = \frac{\dfrac{TTI\,(s)}{SPR_{peak}\,(m^2/s)}}{\left[\dfrac{TTI\,(s)}{SPR_{peak}\,(m^2/s)}\right]_{PMMA}} \qquad (4)$$

* Method B : $SPR_{peak}(m^2/s) \rightarrow SEA\,(m^2/kg)$으로 대체함.

PMMA : Polymethyl methacrylate

* 연기성장지수-V (A, B), [Smoke Growth Index-V (A, B), SGI-V (A, B)] : 무차원지수

$$SGI-V\,(A) = \frac{\dfrac{SPR_{peak}\,(m^2/s)}{Time\ to\ SPR_{peak}\,(s)}}{\left[\dfrac{SPR_{peak}\,(m^2/s)}{Time\ to\ SPR_{peak}\,(s)}\right]_{PMMA}} \qquad (5)$$

* Method B : $SPR_{peak}(m^2/s) \rightarrow SEA\,(m^2/kg)$으로 대체함.

PMMA : Polymethyl methacrylate

▣ 또한 종합적인 연기 위험성을 예측 및 평가하기 위하여 연기성능지수-V (A, B), SPI-V (A, B)와 연기성장지수-V (A, B), SGI-V (A, B)의 관계에 근거한 Chung's equation-VI를 정립하였다[Appl. Chem. Eng., Vol. 32, No. 2, 2021, 197-204].

* 연기위험성지수-VI (A, B) [Smoke Risk Index-VI (A, B), SRI-VI (A, B)] : 무차원지수

$$SRI-VI\,(A) = \frac{SGI-V\,(A)}{SPI-V\,(A)} \qquad SRI-VI\,(B) = \frac{SGI-V\,(B)}{SPI-V\,(B)} \qquad (6)$$

▣ 화재 시 열특성이 연기 특성 보다 강한 값을 가지므로 연기 특성에 열특성을 반영하여 화재 위험성을 더욱 정량적으로 구현하였다. 따라서 아래와 같이 Chung's equations-II [화재성능지수-II (A, B), FPI-II (A, B)]와 [화재성장지수-II (A, B), FGI-II (A, B)]를 정립하였다[Appl. Chem. Eng., Vol. 31, No. 3, 2021, 277-283].

* 화재성능지수-II (A, B) [Fire Performance Index-II (A, B), FPI-II (A, B)] :

$$\boldsymbol{FPI-II\ (s^2/kW)(A) = \frac{TTI\ (s)}{SPR_{peak}(m^2/s) \cdot PHRR\ (kW/m^2)}} \quad (7)$$

PHRR : $1_{st\text{-}peak}$ heat release rate

MARHE : Maximum Average Rate of Heat Emission

* Method B : $SPR_{peak}(m^2/s) \rightarrow SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함.

$PHRR\ (kW/m^2) \rightarrow MARHE\ (\mathrm{kW}/m^2)$로 대체함.

* 화재성장지수-II (A, B) [Fire Growth Index-II (A, B), FGI-II (A, B)] :

$$\boldsymbol{FGI-II\ (kW/s^2)(A) = \frac{SPR_{peak}\ (m^2/s) \cdot PHRR\ (kW/m^2)}{Time\ to\ SPR\ (s)}} \quad (8)$$

* Method B : $SPR_{peak}(m^2/s) \rightarrow SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함.

$PHRR\ (kW/m^2) \rightarrow MARHE\ (\mathrm{kW}/m^2)$로 대체함.

▣ 또한 화재 위험성 평가를 표준화 하기 위하여 기준 물질을 사용하여 Chung's equations-III [화재성능지수-III (A, B), Fire Performance Index-III (A, B), FPI-III (A, B)]와 [화재성장지수-III (A, B), Fire Growth Index-III (A, B), FGI-III (A,B)]를 정립하였다[Appl. Chem. Eng., Vol. 32, No. 1, 2021, 75-82].

* 화재성능지수-III (A, B) [Fire Performance Index-III (A, B), FPI-III (A, B)] :
무차원지수

$$\boldsymbol{FPI-III\ (A) = \frac{\frac{TTI\ (s)}{SPR_{peak}(m^2/s) \cdot PHRR\ (kW/m^2)}}{\left[\frac{TTI\ (s)}{SPR_{peak}\ (m^2/s) \cdot PHRR\ (kW/m^2)}\right]_{PMMA}}} \quad (9)$$

* Method B : $SPR_{peak}(m^2/s) \rightarrow SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함.

$PHRR\ (kW/m^2) \rightarrow MARHE$ (kW/m^2)로 대체함.

PMMA : Polymethyl methacrylate

* 화재성장지수-III (A, B) [Fire Growth Index-III (A, B), FGI-III (A, B)] : 무차원지수

$$FGI-III\ (A) = \frac{\dfrac{SPR_{peak}\ (m^2/s) \cdot PHRR\ (kW/m^2)}{Time\ to\ SPR_{peak}\ (s)}}{\left[\dfrac{SPR_{peak}\ (m^2/s) \cdot PHRR\ (kW/m^2)}{Time\ to\ SPR_{peak}\ (s)}\right]_{PMMA}} \qquad (10)$$

* Method B : $SPR_{peak}(m^2/s) \rightarrow SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함.

$PHRR\ (kW/m^2) \rightarrow MARHE$ (kW/m^2)로 대체함.

PMMA : Polymethyl methacrylate

▣ 총괄적인 화재 위험성 예측 및 평가를 하기 위하여 [화재성능지수-III (A, B), FPI-III (A, B)]와 [화재성장지수-III (A, B), FGI-III (A, B)]의 관계에 근거한 Chung's equation-IV를 정립하였다[Appl. Chem. Eng., Vol. 32, No. 1, 2021, 76-82]

* 화재위험성지수-IV (A, B) [Fire Risk Index-IV (A, B), FRI-IV (A, B)] : 무차원지수

$$FRI-IV\ (A) = \frac{FGI-III\ (A)}{FPI-III\ (A)} \qquad FRI-IV\ (B) = \frac{FGI-III\ (B)}{FPI-III\ (B)} \qquad (11)$$

▣ 별도로 취급 하였던 일산화탄소와 이산화탄소의 평균발생속도비를 포함한 Chung's equations-VII [화재성능지수-VII (A, B), FPI-VII (A, B)]와 [화재성장지수-VII (A, B), FGI-VII (A, B)]을 정립하였다[Appl. Chem. Eng. Vol. 34, No. 2, 2023, 144-152]

* 화재성능지수-VII (A, B) [(Fire Performace Index-VII (A, B), FPI-VII (A, B)] :

$$FPI-VII\ (s^2/\mathrm{kW})\ (A) = \frac{TTI\ (s)}{SPR_{peak}\ (m^2/s) \cdot PHRR\ (kW/m^2) \cdot COP_{mean}\ (g/s)/CO_2P_{mean}\ (g/s)} \qquad (12)$$

∗ Method B : $SPR_{peak}(m^2/s)$ → $SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함.

$PHRR\ (kW/m^2)$ → $MARHE$ (kW/m^2)로 대체함.

∗ 화재성장지수-VII (A, B) [Fire Growth Index-VII (A, B), FGI-VII (A, B)] :

$$\boldsymbol{FGI-VII\ (kW/s^2)\ (A)} = \frac{\boldsymbol{SPR_{peak}\ (m^2/s) \cdot PHRR\ (kW/m^2) \cdot COP_{mean}\ (g/s)\ /\ CO_2P_{mean}\ (g/s)}}{\boldsymbol{Time\ to\ SPR_{peak}\ (s)}} \quad (13)$$

∗ Method B : $SPR_{peak}(m^2/s)$ → $SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함.

$PHRR\ (kW/m^2)$ → $MARHE$ (kW/m^2)로 대체함.

▣ 화재 위험성을 표준화하기 위하여 Chung's equations-VIII [화재성능지수-VIII (A, B), FPI-VIII (A, B)]와 [화재성장지수-VIII (A, B), FGI-VIII (A, B)]를 정립하였다. 여기에서 FPI-VIII는 FPI-VII를 FPI-VII $_{[PMMA]}$ (PMMA 시험편 기준)으로 나눈 값으로 정의된다[Appl. Chem. Eng., Vol. 34, No. 2, 2023, 144-152]

∗ 화재성능지수-VIII (A, B) [Fire Performance Index-VIII (A, B), FPI-VIII (A, B)] : 무차원지수

$$\boldsymbol{FPI-VIII\ (A)} = \frac{\dfrac{\boldsymbol{TTI\ (s)}}{\boldsymbol{SPR_{peak}\ (m^2/s) \cdot PHRR\ (kW/m^2)\ \cdot COP_{mean}\ (g/s)\ /\ CO_2P_{mean}\ (g/s)}}}{\left[\dfrac{\boldsymbol{TTI\ (s)}}{\boldsymbol{SPR_{peak}\ (m^2/s) \cdot PHRR\ (kW/m^2 \cdot COP_{mean}(g/s)\ /\ CO_2P_{mean}(g/s)}}\right]_{PMMA}} \quad (14)$$

∗ Method B : $SPR_{peak}(m^2/s)$ → $SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함.

$PHRR\ (kW/m^2)$ → $MARHE$ (kW/m^2)로 대체함.

.

* 화재성장지수=VIII (A, B) [Fire Growth Index-VIII (A, B), FGI-VIII (A, B)] : 무차원지수

$$FGI-VIII\ (A) = \frac{\frac{SPR_{peak}\,(m^2/s)\cdot PHRR\,(kW/m^2)\cdot COP_{mean}\,(g/s)\ /\ CO_2P_{mean}\,(g/s)}{Time\ to\ SPR_{peak}}}{\left[\frac{SPR_{peak}(m^2/s)\cdot PHRR(kW/m^2)\cdot COP_{mean}(g/s)\ /\ CO_2P_{mean}(g/s)}{Time\ to\ SPR_{peak}}\right]_{PMMA}} \quad (15)$$

* Method B : $SPR_{peak}(m^2/s) \rightarrow SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함.

$PHRR\ (kW/m^2) \rightarrow MARHE$ (kW/m^2)로 대체함.

여기에서 FGI-VIII는 FGI-VII를 FGI-VII $_{[PMMA]}$ (PMMA 시험편 기준)으로 나눈 값으로 정의된다.

▣ 이것은 화재 위험성을 표현하는 식(16)과 같으며 화재 위험성을 평가하는 종합적인 화재 위험성 수식과 일치한다.

$$Fire\ Risk \propto \frac{FGI-VIII}{FPI-VIII} \text{ or } \frac{FGI-III}{FPI-III} \text{ or } \frac{FGI-II}{FPI-II} \text{ or } \frac{SGI-XI}{SPI-XI} \quad (16)$$

▣ 화재위험성지수—IV (A, B) [Fire Risk Index-IV (A, B), FRI-IV (A, B)]를 개선하여 화재 위험성 및 화재 위험성 등급을 종합적으로 예측할 수 있는 Chung's equation-IX [화재위험성지수-IX (Fire Risk Index-IX (A, B), FRI-IX (A, B)]를 정립하였다. FRI-IX (A, B)는 FGI-VIII (A, B)를 FPI-VIII (A, B)으로 나눈 값으로 정의된다[Appl. Chem. Eng., Vol. 34, No. 2, 2023, 144-152]

* 화재위험성지수-IX (A, B), [Fire Risk Index-IX (A, B), FRI-IX (A, B)] : 무차원지수

$$FRI-IX\ (A) = \frac{FGI-VIII\ (A)}{FPI-VIII\ (A)} \qquad FRI-IX\ (B) = \frac{FGI-VIII\ (B)}{FPI-VIII\ (B)} \quad (17)$$

Table 1. Criteria of Fire Risk Rating for the Fire Risk Index-IX (A)

FRI-IX (A)	Fire risk rating	Fire safety
5 or less	A	Very high
More than 5 up to 10	B	High
More than 10 up to 15	C	Medium 1
More than 15 up to 20	D	Medium 2
More than 20 up to 25	E	Low 1

More than 25 up to 30	F	Low 2
Over 30	G	Very low

▣ 또 다른 방법으로 가연성 물질의 착화시간(TTI) 대신에 연소저항시간(Combustion Resistance Time, CRT) 식 (18)을, 그리고 가연성 물질의 최대연기발생속도에 도달되는 시간[Time to SPR_{1st_peak}, $TSPR_{1st_peak}$ (s)] 대신에 누적연기발생시간[Accumulated Smoke Generation Time, ASGT (s)] 식 (19)를 대체 요소로 도입하여 Chung's equations-X을 새로 정립하였다[Appl. Chem. Eng., Vol. 34, No. 4, 2023, 388-396].

* 화재성능지수-X (A, B) [Fire Performance Index-X (A, B), FPI-X (A, B)] :

$$\boldsymbol{FPI-X\ (s^2/kW)\ (A)} = \frac{\boldsymbol{CRT\ (s)}}{\boldsymbol{SPR_{peak}\ (m^2/s) \cdot PHRR\ (kW/m^2) \cdot COP_{mean}\ (g/s)/CO_2P_{mean}\ (g/s)}} \quad (18)$$

CRT : Combution Resistance Time

* Method B : $SPR_{peak}(m^2/s) \rightarrow SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함.

$PHRR\ (kW/m^2) \rightarrow MARHE\ (kW/m^2)$로 대체함.

* 화재성능지수-XIII (A, B) [Fire Performance Index-XIII (A, B), FPI-XIII (A, B)] :
[Appl. Chem. Eng., Vol. 37, No. 1, 2026, 81-87].

$$\boldsymbol{FPI-XIII\ (s^2/kW)\ (A)} = \frac{\boldsymbol{CRT\ (s)}}{\boldsymbol{SPR_{peak}\ (m^2/s) \cdot PHRR\ (kW/m^2)}} \quad (19)$$

* Method B : $SPR_{peak}(m^2/s) \rightarrow SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함.

$PHRR\ (kW/m^2) \rightarrow MARHE\ (kW/m^2)$로 대체함.

.

▣ 화재 위험성을 표준화하기 위하여 Chung's equations-XI [화재성능지수-XI (A, B), FPI-XI (A, B)]와 [화재성장지수-XI (A, B), (FGI-XI (A, B)]을 정립하였다[Appl. Chem. Eng., Vol. 34, No. 4, 2023, 388-396].

* 화재성능지수-XI (A, B), [Fire Performance Index-XI (A, B), FPI-XI (A, B)] : 무차원지수

FPI-XI는 FPI-X을 PMMA 기준값인 FPI-X $_{[PMMA]}$으로 나눈 값으로 표현된다.

$$\boldsymbol{FPI-XI\ (A)} = \frac{\dfrac{\boldsymbol{CRT\ (s)}}{\boldsymbol{SPR_{peak}\ (m^2/s)\cdot PHRR\ (kW/m^2)\cdot COP_{mean}\ (g/s)\ /\ CO_2P_{mean}\ (g/s)}}{\left[\dfrac{\boldsymbol{CRT\ (s)}}{\boldsymbol{SPR_{peak}\ (m^2/s)\cdot PHRR\ (kW/m^2)\cdot COP_{mean}(g/s)\ /\ CO_2P_{mean}(g/s)}}\right]_{PMMA}} \quad (20)$$

* Method B : $SPR_{peak}(m^2/s) \rightarrow SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함.

$PHRR\ (kW/m^2) \rightarrow MARHE\ (\mathrm{kW}/m^2)$로 대체함.

* 화재성능지수-XIV (A, B) [Fire Performance Index-XIV (A, B), FPI-XIV (A, B)] : 무차원지수 [Appl. Chem. Eng., Vol. 37, No. 1, 2026, 81-87].

$$\boldsymbol{FPI-XIV\ (A)} = \frac{\dfrac{\boldsymbol{CRT\ (s)}}{\boldsymbol{SPR_{peak}\ (m^2/s)\cdot PHRR\ (kW/m^2)}}}{\left[\dfrac{\boldsymbol{CRT\ (s)}}{\boldsymbol{SPR_{peak}\ (m^2/s)\cdot PHRR\ (kW/m^2)}}\right]_{\mathrm{PMMA}}} \quad (21)$$

* Method B : $SPR_{peak}(m^2/s) \rightarrow SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함.

$PHRR\ (kW/m^2) \rightarrow MARHE\ (\mathrm{kW}/m^2)$로 대체함.

* 화재성장지수-X (A, B) [Fire Growth Index-X (A, B), FGI-X (A, B)] :

$$\boldsymbol{FGI-X\ (kW/s^2)\ (A)} = \frac{\boldsymbol{SPR_{peak}\ (m^2/s)\cdot PHRR\ (kW/m^2)\cdot COP_{mean}\ (g/s)/CO_2P_{mean}(g/s)}}{\boldsymbol{ASGT\ (s)}} \quad (22)$$

ASGT : Accumulated Smoke Generation Time

* Method B : $SPR_{peak}(m^2/s) \rightarrow SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함.

$PHRR\ (kW/m^2) \rightarrow MARHE\ (\mathrm{kW}/m^2)$로 대체함.

* 화재성장지수-XIII (A, B) [Fire Growth Index-XIII (A, B), FGI-XIII (A, B)] : [Appl. Chem. Eng., Vol. 37, No. 1, 2026, 81-87].

$$\boldsymbol{FGI-XIII\ (kW/s^2)\ (A) = \frac{SPR_{peak}\ (m^2/s) \cdot PHRR\ (kW/m^2)}{ASGT\ (s)}} \quad (23)$$

* Method B : $SPR_{peak}(m^2/s) \rightarrow SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함

$PHRR\ (kW/m^2) \rightarrow MARHE\ (\mathrm{kW}/m^2)$로 대체함.

* 화재성장지수-XI (A, B) [Fire Growth Index-XI (A, B), FGI-XI (A, B)] : 무차원지수

FGI-XI (A, B)는 FGI-X (A, B)을 PMMA 기준값인 FGI-X $_{[PMMA]}$으로 나눈 값으로 표현된다.

$$\boldsymbol{FGI-XI\ (A) = \frac{\frac{SPR_{peak}\ (m^2/s) \cdot PHRR\ (kW/m^2) \cdot COP_{mean}\ (g/s) / CO_2P_{mean}\ (g/s)}{ASGT\ (s)}}{\left[\frac{SPR_{peak}\ (m^2/s) \cdot PHRR\ (kW/m^2) \cdot COP_{mean}\ (g/s) / CO_2P_{mean}\ (g/s)}{ASGT\ (s)}\right]_{PMMA}}} \quad (24)$$

* Method B : $SPR_{peak}(m^2/s) \rightarrow SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함.

$PHRR\ (kW/m^2) \rightarrow MARHE\ (\mathrm{kW}/m^2)$로 대체함.

* 화재성장지수-XIV (A, B) [Fire Growth Index-XIV (A, B), FGI-XIV (A, B)] : 무차원지수 [Appl. Chem. Eng., Vol. 37, No. 1, 2026, 81-87].

$$\boldsymbol{FGI-XIV\ (A) = \frac{\frac{SPR_{peak}(m^2/s) \cdot PHRR(kW/m^2)}{ASGT\ (s)}}{\left[\frac{SPR_{peak}(m^2/s) \cdot PHRR(kW/m^2)}{ASGT\ (s)}\right]_{PMMA}}} \quad (25)$$

* Method B : $SPR_{peak}(m^2/s) \rightarrow SEA\ (m^2/kg)$으로 대체함.

$PHRR\ (kW/m^2) \rightarrow MARHE\ (\mathrm{kW}/m^2)$로 대체함.

▣ 이 식(26)은 상호 연관하여 화재 위험성을 평가하는 종합적인 화재 위험성 수식과 일치한다

$$\boldsymbol{Fire\ Risk} \propto \frac{FGI-XIV}{FPI-XIV} \text{ or } \frac{FGI-XI}{FPI-XI} \text{ or } \frac{FGI-VIII}{FPI-VIII} \text{ or } \frac{FGI-III}{FPI-III} \text{ or } \frac{FGI-II}{FPI-II} \text{ or } \frac{SGI-XI}{SPI-XI} \quad (26)$$

▣ 화재위험성지수-IV (FRI-IV)를 개선하여 또 다른 화재위험성 및 화재위험성등급을 종합적으로 예측 및 평가할 수 있는 Chung's equation-XII [화재위험성지수-XII (A, B) (Fire Risk Index-XII, FRI-XII)] 를 정립하였다. FRI-XII (A, B)는 FGI-XI (A, B)를 FPI-XI (A, B)으로 나눈 값으로 정의된다[Appl. Chem. Eng., Vol. 34, No. 4, 2023, 388-396]

* 화재위험성지수-XII (A, B) [Fire Risk Index-XII (A, B), FRI-IX (A, B)] :
무차원지수

$$FRI-XII\ (A) = \frac{FGI-XI\ (A)}{FPI-XI\ (A)} \qquad FRI-XII\ (B) = \frac{FGI-XI\ (B)}{FPI-XI\ (B)} \quad (27)$$

* 화재위험성지수-XV (A, B) (Fire Risk Index-XV (A, B), FRI-XV (A, B)] :
무차원지수[Appl. Chem. Eng., Vol. 37, No. 1, 2026, 81-87].

$$FRI-XV\ (A) = \frac{FGI-XIV\ (A)}{FPI-XIV\ (A)} \qquad FRI-XV\ (B) = \frac{FGI-XIV\ (B)}{FPI-XIV\ (B)} \quad (28)$$

FRI-XII (A, B) 또는 **FRI-XV (A, B)** 값이 커질수록 화재 위험성이 증가하고 반대로 **FRI-XII (A, B)** 또는 **FRI-XV (A, B)** 값이 작아질수록 화재 위험성이 감소하는 것으로서, 화재 위험성 및 화재 위험성 등급을 종합적으로 예측할 수 있다.

Table 2. New Criteria for Fire Risk Rating for Fire Risk Index-XII (A) [Appl. Chem. Eng., Vol. 36, No. 2, 2025, 216-223].

FRI-XII (A)	Fire Risk Rating	Fire Safety
1 or less	A	Very high
More than 1 up to 1.5	B	High
More than 1.5 up to 2.0	C	Medium 1
More than 2.0 up to 2.5	D	Medium 2
More than 2.5 up to 3.0	E	Low 1
More than 3.0 up to 3.5	F	Low 2
Over 3.5	G	Very low